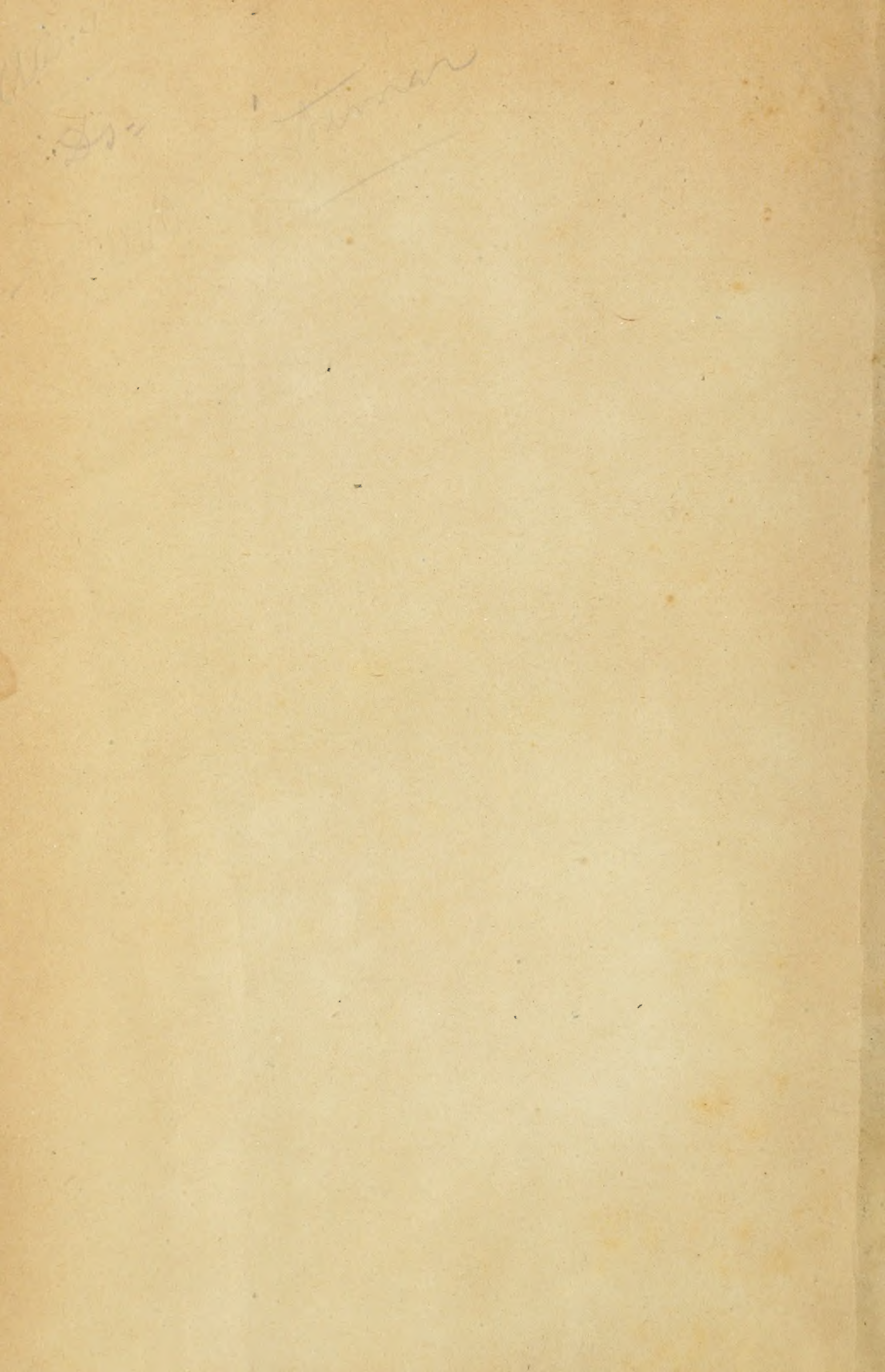

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00849903 0







ELEMENTOS DE BOTÁNICA



LINNEO

Imp. Rius y Becchi — Montevideo.

ELEMENTOS

DE

BOTÁNICA

CONFORMES AL PROGRAMA

DE LA

UNIVERSIDAD MAYOR DE LA REPÚBLICA

ENTRESACADOS DE

PAYER, SACHS, VAN TIEGHEM, LANESSAN, &

POR

JACINTO DE LEÓN

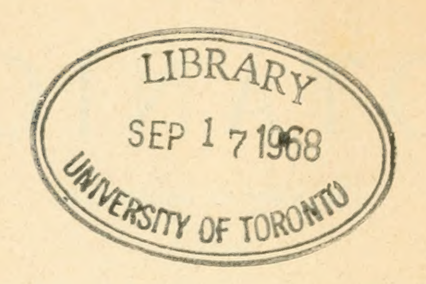
DOCTOR EN MEDICINA Y CIRUJÍA

SEGUNDA EDICIÓN

CORREGIDA Y AUMENTADA POR VARIOS AMANTES DE LA CIENCIA,
BAJO LA DIRECCIÓN DEL RECOPILADOR

ILUSTRADA CON PROFUSION DE MAGNIFICOS GRABADOS

MONTEVIDEO
BIBLIOTECA ILUSTRADA DE ANDRÉS RÍUS, EDITOR
157 — CALLE SORIANO — 157
1884



IMPRENTA Y ENCUADERNACION DE RIUS Y BECCHI

CALLE SORIANO, NUMEROS 152 Y 154

DEDICAMOS ESTE HUMILDE TRABAJO

Á LA

JUVENTUD ESTUDIOSA DE NUESTRA PATRIA

A D. JOSÉ ARECHAVALETA

QUIEN SUPO INSPIRAR EN NOSOTROS EL GUSTO POR LA BOTÁNICA

Á LOS ESTUDIANTES

DE LA

Primera Universidad Libre de la República

PRÓLOGO DE LA SEGUNDA EDICIÓN

La gran necesidad de un texto de Botánica, conforme al programa adoptado en nuestra Universidad, por una parte, y por otra el pedido de varios estudiantes de la asignatura, motivaron la publicidad de la primera edición de estos *Elementos de Botánica*, que no representaron sinó una serie de traducciones de varias obras, que tuve ocasión de hacer cuando explicaba esta materia en el *Liceo Universitario.*

El haberse agotado aquella primera edición, la necesidad que nuevamente se ha hecho sentir, los pedidos que se han repetido diariamente y el concurso que noble y generosamente me han prestado algunos amantes de la ciencia, me impulsaron á dar á la publicidad esta segunda edición, notablemente corregida y aumentada.

Hemos hecho cuanto está á nuestro alcance para mejorar la edición, modificando la Anatomía, Fisiología y Fitografía, según los nuevos adelantos de la ciencia, ilustrándose la obra con aquellas láminas más necesarias para la comprensión de lo que exponemos; pero siempre esperamos que los catedráticos de la asignatura hagan prácticas sus lecciones, mostrando ejemplos de todo aquello que describen, que no esté representado en el texto por láminas.

Así alcanzaremos á difundir la ciencia en nuestra patria, justa recompensa que exigimos por nuestro humilde trabajo.

J. DE LEÓN.

NOCIONES ELEMENTALES

DE BOTÁNICA

INTRODUCCIÓN

La BOTÁNICA es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las plantas. Se llamaba antiguamente *res herbaria*, « la cosa de las yerbas », como se llamaba entonces al gobierno *res publica*, « la cosa pública ».

Los vegetales ó plantas pueden estudiarse bajo diferentes aspectos, ó lo que es lo mismo, con diversos fines: de ahí la división de la botánica, en tantas ramas, cuantos fines pueda proponerse su estudio. Hasta el presente se han admitido diez, que son: *Organografía vegetal*, *Anatomía vegetal*, *Organogenia vegetal*, *Fisiología vegetal*, *Teratología vegetal*, *Patología vegetal*, *Fitografía*, *Geografía botánica*; *Botánica aplicada* y *Botánica fósil*.

1.° ORGANOGRAFÍA VEGETAL — Para definir esta rama de la Botánica, debemos empezar por hacernos esta pregunta: ¿cuál es el fin de las plantas?

La vida y la multiplicación, son los papeles que les ha confiado la naturaleza: constituyen, pues, los fines primordiales de su creación.

Ahora bien, para conseguir estos objetos y cumplir con deberes tan delicados, las plantas necesitan del auxilio de diversos instrumentos, sin los cuales serían completamente ilusorios

los fines de su creación: estos instrumentos ú órganos, como dicen los Botánicos, que constituyen una preciosa armonía en el desarrollo de las plantas, son precisamente las mismas partes de que ellas se componen, es decir, las hojas, los tallos, las raíces, etc.: órganos todos que desempeñando sus respectivas funciones, concurren de una manera más ó menos activa al doble fin de la vida y la multiplicación de esos innumerables seres que parecen destinados á participar con nosotros de las penas y alegrías de nuestro mundo físico.

Dadas estas nociones, podemos definir esta rama de la botánica, diciendo: la *Organografía vegetal* tiene por objeto el estudio de los caracteres, es decir, de la forma, del color, de la posición y en general de las cualidades propias de los órganos, que, en virtud de las funciones que desempeñan, concurren á la realización del doble fin á que las plantas han sido destinadas.

Desde el momento en que se empezó á estudiar la botánica, se han enumerado los caracteres que distinguen unos órganos de los otros; pero fué recien al principio de este siglo que, gracias á los trabajos de dos botánicos franceses, De Candolle y Augusto Saint-Hilaire, la *Organografía vegetal* llegó á ser una verdadera ciencia.

2.° ANATOMÍA VEGETAL—Por espacio de largo tiempo, los botánicos sólo se preocuparon del estudio de los caracteres exteriores de las plantas, para establecer sus diferencias; pero hacia la mitad del siglo pasado, el botánico inglés Grew y el italiano Malpigio, notaron que cortando un tallo, una hoja ó una raíz, ninguno de estos órganos tenía la misma textura, que existían partes más tiernas y partes más duras; que, por ejemplo, el saúco tiene en el centro una *médula* que con igual facilidad puede rasgarse en todos sentidos, y alrededor lo que se llama la *madera*, que es mucho más dura y no puede hendirse sinó en su longitud. Examinaron esa médula y esa madera con el microscopio y observaron que esas dos sustancias están compuestas de elementos diferentes, á los que llamaron *tejidos*.

El estudio de estos tejidos, de sus diversas colocaciones para formar los órganos, es lo que constituye la *Anatomía vegetal.*

3.° Fisiología vegetal — Los órganos, como los tejidos, son instrumentos que tienen cada uno su papel en la vida de la planta. ¿Cuál es la importancia de este papel? ¿Cómo se efectúa? ¿En virtud de qué principios? ¿Cuáles son los resultados? Por tanto, ¿cuáles son las condiciones de la existencia de las plantas, cuál su modo de ser, cómo viven? Tales son las cuestiones de que trata la *Fisiología vegetal*, que se podría definir: la parte de la botánica que estudia el modo de vida de los vegetales, deducido del estudio simultaneo de las funciones de cada uno de sus órganos.

Desde que se estudia la botánica, se ha investigado la función de cada uno de los órganos, y por lo mismo siempre se ha estudiado esta rama de la ciencia; pero los problemas son tan complicados, exigen tantos conocimientos de física y química, que se puede decir que la Fisiología vegetal es una de las partes de la botánica más atrasada, á pesar de los preciosos trabajos de Saussure y Hales.

4.° Organogenia vegetal — Los diversos órganos de las plantas, como los diversos tejidos que entran en su composición, no han nacido desarrollados; pequeños en su origen, han llegado á ser grandes; simples, se han complicado. Ahora bien, seguirles en sus modificaciones sucesivas desde su aparición hasta su completo desarrollo, describir todas las fases porque pasan, buscar las leyes en virtud de las que se verifican estos cambios, es estudiar la *Organogenia vegetal.* M. Mirbel fué el primero que al principio de este siglo estudió los órganos y los tejidos bajo este punto de vista, y por lo mismo debe ser mirado como el fundador de esta rama de la botánica. Sus trabajos tienen tanta importancia que, aunque esta rama de la ciencia haya hecho enormes progresos, sin embargo todavía está en su base.

5.° Teratología vegetal — En la Organogenia vegetal se expone la formación y el desarrollo de los órganos y de los tejidos y la filiación de sus formas, se remonta á través de todas sus modificaciones hasta su tipo primitivo, hasta las leyes en virtud de las que estos fenómenos se verifican. Ahora bien, si una circunstancia particular viene á dañar estos órganos ó estos tejidos en vía de formación ó de desarrollo, podrá resultar una de estas dos cosas: ó el órgano dañado no crecerá más y abortará, ó se desarrollará en otro sentido, tomando una forma diferente á la que hubiera tomado si ese obstáculo no le hubiese desviado en su crecimiento; en este segundo caso habrá un órgano con caracteres diferentes de los normales, habrá *anomalía, monstruosidad.* El estudio de las diferentes anomalías que hasta el presente se han observado en el reino vegetal, y de las causas que las han producido, es lo que constituye la *Teratología vegetal.*

6.° Patología vegetal — La Patología vegetal es á la Fisiología vegetal lo que la Teratología á la Organogenia. La Teratología es la historia de las irregularidades que se han producido en las fases del desarrollo de los órganos, irregularidades que suponen anomalías en la forma y estructura de estos órganos, es decir, *monstruosidad.* La Patología es también la historia de las irregularidades que se producen, pero no en las formas, sinó en las funciones de los órganos, irregularidades que suponen anomalías en estas funciones, es decir, *enfermedades.* Si un órgano, p. ej., por causa de tal ó cual circunstancia, elabora sustancias diferentes de las que elabora ordinariamente, causará un gran trastorno en la economía de las plantas y algunas veces la muerte. ¿Quién no conoce las consecuencias desastrosas de la enfermedad de las Patatas y la de las Viñas? La *Patología vegetal* comprende, pues, la descripción de las diversas enfermedades de la planta, de las causas que las producen y de los medios de evitarlas.

7.° Fitografía — Las plantas son extremadamente nume-

rosas y variadas en la superficie de la tierra. Se conocen ya más de cuatrocientas mil y aun todas las partes del mundo no han sido completamente exploradas. La *Fitografía* tiene por objeto aprender á distinguirlas unas de otras. Para conseguir esto, toma sucesivamente todas las plantas, enumera todas las particularidades de sus órganos, ó sirviéndome de las expresiones de los botánicos, describe sus caracteres, y por último las reune en grupos, según sus analogías y diferencias.

Siempre se ha tratado de distinguir las plantas entre sí, y por lo mismo se puede decir que siempre se ha estudiado la Fitografía; pero fué el gran Linneo el primero que dictó las leyes, que aun nos guían en esta parte de la botánica.

8.° Geografía botánica — Las plantas no crecen indiferentemente en toda la superficie de la tierra. Unas vegetan sólo en los trópicos, otras en las regiones templadas y otras en medio de las nieves; unas crecen en los bordes del mar, otras en medio de los continentes; unas en el agua, otras en los pantanos y otras en los terrenos secos y áridos. Estudiar las plantas bajo estos diferentes puntos de vista, buscar las leyes que presiden á su distribución en la superficie del globo, es estudiar la *Geografía botánica*.

Esta parte de la ciencia tiene bastante importancia y debe ser perfectamente conocida de todos aquellos que se ocupan de la naturalización de las plantas. ¡Cuántos cultivos imposibles se hubieran tentado, cuántos malos resultados no se hubieran previsto, si antes de ensayar la introducción en Argelia, p. ej., de plantas de América, no se hubiera conocido mejor la Geografía botánica de estas plantas, es decir, las condiciones climatológicas en medio de las cuales sólo pueden vivir!

9.° Botánica aplicada — Un gran número de plantas se emplean en la medicina (ej.: Adormidera, Quina, Ipecacuana, etc.); otras en la economía doméstica (ej.: Patata, Habichuela, Lenteja, Trigo, Maíz, Arroz, etc.); otras en la tintorería (ej.: Gualda, Pastel de Tintoreros, Indigo, etc.) y otras en la

horticultura, como plantas de adornos (ej.: Lirio, Tulipán, Camelia, Clavel, Rosa, Jazmín, etc.); la historia de los usos, á los cuales pueden ser aplicadas las plantas, constituye esa parte de la botánica que se llama *Botánica aplicada*, y que algunos autores la han llamado *Tecnología.*

10. Botánica fósil — Cuando se estudian las diferentes capas que componen la corteza terrestre, se encuentran en ellas numerosos vegetales y animales, cuyo estudio es del dominio de la Paleontología ó historia natural de los fósiles. Pero si se limita su estudio sólo á describir las plantas, indicar las capas en que se observan é investigar las circunstancias en medio de las que fueron hundidas, se habrá estudiado solamente la Botánica fósil.

Quedan de esta manera expuestas á la ligera las definiciones que corresponden á las diez ramas en que se ha convenido dividir la ciencia que nos preocupa. Nosotros, no queriendo extralimitarnos, expondremos solamente las que correspondan al objeto que nos hemos propuesto.

Pero ¿en qué órden es necesario exponer estas partes? Es indiferente empezar por una como por otra?

Casi todos los botánicos modernos dan principio á sus lecciones y á sus libros por la anatomía vegetal. Empiezan por estudiar los tejidos, sus diferentes formas, su modo de formación y desarrollo, las sustancias que entran en su composición, etc., etc., y sólo después de haber hecho un estudio completo de sus caracteres, es cuando pasan á estudiar los órganos que aquéllos constituyen por sus combinaciones diversas, tales como las raíces, los tallos, las ramas, las hojas, las flores, etc.

Esta marcha nos ha parecido siempre muy defectuosa, y la hemos creído una de las principales causas de que la botánica, que era estudiada al fin del siglo pasado por todo el mundo, esté hoy tan abandonada. En efecto, empezar el estudio de una ciencia tan agradable por cosas que nunca se han oído mencionar, que no se pueden mostrar fácilmente, y sobre cuya naturaleza están lejos los botánicos de estar acordes, no es

querer alentar las personas mejor dispuestas y es hacerlas creer que esta ciencia que antes suponían era tan fácil, está llena de misterios é incertidumbres.

Así es que nosotros hemos desechado completamente este camino, y si logramos inspirar el gusto por la botánica á nuestros discípulos, podremos decir con Bacon y Payer: lo debemos á nuestro método, que consiste simplemente en ir de lo conocido á lo desconocido, empezando por los órganos, partes de las plantas, que todo el mundo conoce ya en parte, como las raíces, tallos, ramas, hojas y flores, definiéndolas y caracterizándolas por signos precisos y científicos. Por consiguiente, tenemos la triple ventaja de hablar, desde el principio, de cosas con las que nuestro auditorio ya es familiar, que las podemos mostrar fácilmente y sobre las que están de acuerdo todos los botánicos.

Esta marcha es, por otra parte, la que ha seguido el espíritu humano desde Teofrastes hasta nuestros días.

ORGANOGRAFIA VEGETAL

Diferencia entre los tallos y las raíces—Cuando se coloca un carozo de Durazno, *Melocotón*, sobre tierra húmeda, en condiciones favorables para que pueda germinar, se ve al fin de algunos dias que el carozo se abre, su pepita se hincha y después revienta para dejar salir por un lado una raicilla que se dirige hacia la tierra y se hunde en ella, y por otro, un tallito que se dirige hacia el cielo y da nacimiento á hojas.

A aquéllos que tienen ocasión de ver nacer y desarrollar una planta, les es fácil reconocer lo que se dirige hacia el cielo y lo que se hunde en la tierra, y por tanto distinguir lo que es el *tallo* y lo que es la *raíz*. Pero muy pocas veces se tiene esta ocasión, y entonces es necesario buscar sobre una planta desarrollada y arrancada del suelo, los signos que permiten determinar con certeza estas dos partes.

Estos signos son muy fáciles de conocer. El tallo, en efecto, presenta en su superficie unos nudos, llamados por los botánicos *nudos vitales*, y por los jardineros *ojos*, de donde salen las hojas y frecuentemente las ramas, y que están dispuestos en un órden tan regular, que se ha podido representarlos por una fórmula matemática. La raíz nunca presenta nada semejante.

He ahí la regla, y si tratamos de aplicarla á los tubérculos de la Patata y de la Dalia, por ejemplo, constataremos que el tubérculo de la Patata, que presenta en su superficie nudos vitales regularmente dispuestos, de donde salen hojitas rudimentarias, es un *tallo*, mientras que el tubérculo de la Dalia, que no los presenta, es una *raíz*.

RAÍCES

Raíz vertical y raíces fasciculadas — Si hacemos germinar una bellota de Encina, veremos que su raíz se hunde en la tierra, se alarga y emite de distancia en distancia raíces secundarias: éstas á su turno se ramifican varias veces y las últimas ramificaciones se cubren de una multitud de pequeñas raicillas, cuyo conjunto constituye lo que los jardineros y los botánicos llaman la *cabellera*.



Fig. 1.—Raíz vertical del nabo.

Si en lugar de una bellota de Encina hacemos germinar una semilla de Melón, la raíz, apenas salida de las envolturas de la semilla, se detiene en su crecimiento, se destruye en su extremidad, y toda la parte que persiste se recubre de raíces secundarias, destinadas á reemplazar en sus funciones á la raíz principal, que se atrofia. Estas raíces secundarias son muy numerosas, se desarrollan mucho y se parecen bastante en su conjunto á una madeja de hilo.

Todas las plantas que tienen, como la Encina, el Rábano ó el Nabo, (Fig. 1), una raíz principal que se hunde en la tierra y emite solamente algunas raíces secundarias de sus lados, son llamadas *plantas de raíz ver-*

tical; todas las plantas en las que, al contrario, la raíz principal se atrofia, y es reemplazada en sus funciones por un gran número de raíces secundarias, que parecen salir de un mismo punto, como en el Melón, (Fig. 2), son *plantas de raíces fasciculadas.*



Fig. 2.—Raíz fasciculada del melón.

Importancia de esta diferencia en las operaciones del cultivo — Esta diferencia es muy importante para las operaciones del cultivo.

Si se trata, por ejemplo, de plantar árboles en un terreno determinado, si tomáis una especie de raíz vertical, esta raíz se hundirá perpendicularmente en el suelo y no dañará en nada las plantas del campo lindante. Pero si tomáis una especie de raíces fasciculadas, estas raíces irán á extenderse horizontalmente en el suelo, y á medida que se desarrollen invadirán de más en más el campo próximo y dañarán á sus vecinas.

Si se trata, pues, de hacer crecer al mismo tiempo y en el mismo campo dos especies de plantas sin que se dañen, sembrad una planta de raíz vertical, como el Trébol ó la Alfalfa, con una planta de raíces fasciculadas, como la Avena y la Ce-

bada: las primeras hundirán en seguida sus raíces en el suelo é irán á tomar su alimento á cierta profundidad; las segundas, al contrario, extenderán sus raíces fasciculadas casi en la superficie, y así tendrán cada una su capa, su lugar de alimentación.

Si se trata de trasplantar un árbol, si tiene raíz vertical la operación será muy difícil, muy costosa, y requiere mucho cuidado, pues será necesario hacer hoyos muy profundos para arrancarla y para trasplantarla, y como no tiene sinó una raíz, si esta raíz no vuelve á prender, por una ó por otra causa, la planta perecerá. Al contrario, si el árbol tiene raíces fasciculadas, como corre en la superficie del suelo, será muy fácil desarraigarlo, y cuando se le lleve al lugar donde se le quiere colocar, si alguna raíz no vuelve á prender, otras prenderán y el árbol empezará á desarrollarse.

Si se trata de adornar vuestra casa ó de protegerla contra los vientos, por medio de árboles, guardaos de plantar aquellos que tienen raíces fasciculadas, porque muy pronto vuestra casa será dañada; introduciéndose las raíces debajo de la vereda y en medio de los cimientos, aumentarán en espesor á expensas del levantamiento de aquélla y de las hendiduras de la casa.

Por otra parte, si el terreno es arenoso y poco sólido, muy pronto los árboles serán derribados. Crece en medio de los arenales de los bordes del Mediterráneo, una Palmera, que los botánicos han designado con el nombre de *Chamœrops humilis,* porque nunca llega á tener en esas comarcas sinó una altura de un metro á metro y medio cuando más. No es que esté en su naturaleza el no crecer más; al contrario. Pero como sus raíces son fasciculadas y corren horizontalmente en la arena, no puede fijarse con la solidez necesaria en el suelo para impedir que sea derribada, cuando está desarrollada, por los vientos del mediodía, que soplan allí con violencia. Venid al socorro de este árbol, como se ha hecho en el Museo de Historia Natural de París, abrigadle, sostened su tallo y entonces llegará á tener hasta quince ó veinte metros de altura.

Si se trata de elegir un terreno conveniente para una planta con la que se quiere ensayar el cultivo, será necesario examinar la cualidad del suelo á cierta profundidad, si la planta tiene raíz vertical; al contrario, será necesario estudiar la cualidad de la superficie del suelo, si la planta tiene raíces fasciculadas. En el primer caso, la labor deberá ser profunda, mientras que en el segundo bastará solamente remover la tierra.

Si se trata de regar una planta, como principalmente son las extremidades de las raíces las que desempeñan la función de la absorción, echaréis el agua al pié mismo de la planta, si tiene una raíz vertical, como el Rábano; y al contrario, echaréis el agua á cierta distancia del pié de la planta, si tiene raíces fasciculadas que se extienden horizontalmente, debajo de la superficie del suelo, como en el Melón.

Si se trata de determinar el órden en el cual deben sucederse ciertos cultivos en el mismo campo, es evidente que convendrá hacer suceder á una planta de raíces fasciculadas, que toma su alimento cerca de la superficie del suelo, una planta de raíz vertical, que irá á buscar su alimento á mayor profundidad.. El Trigo, por ejemplo, que tiene raíces fasciculadas, puede ser cultivado después de la Remolacha, que tiene raíz vertical.

Medio de transformar una planta de raíz vertical en planta de raíces fasciculadas — Acabamos de ver que las raíces del Melón no llegan á ser fasciculadas, sinó porque la raíz principal se atrofia. Ahora bien, lo que tiene lugar naturalmente en los Melones, ¿no puede hacerse producir artificialmente en las Encinas y transformar una planta de raíz vertical en planta de raíces fasciculadas? Seguramente. Basta detener la raíz principal en su crecimiento, sea cortándola en su extremidad, sea oponiéndole un obstáculo insuperable.

Así, en los almácigos de Encina, donde los árboles permanecen una decena de años antes de ser trasplantados, si se dejase crecer la raíz principal, que es vertical, sería necesario hacer un hoyo muy profundo en el momento de la trasplanta-

ción para obtener toda la raíz, y sería muy raro que este árbol, vuelto á plantar, sin otro recurso que su raíz principal, volviera á brotar. ¿Qué se hace entonces? Dos años después que la siembra ha sido hecha, se pasa debajo del suelo un instrumento cortante que corte la raíz principal, ó bien antes de sembrar se hace un empedrado debajo del suelo, más ó menos á un pié de profundidad; mientras que la raíz no llega á este empedrado, se alarga, pero una vez que llega á él, se atrofia, produce desde entonces raíces secundarias, y la planta, en lugar de tener raíz vertical, tendrá raíces fasciculadas.

Utilidad de cortar en ciertas circunstancias la extremidad de las raíces — Si es verdad que una raíz cortada en su extremidad produce rápidamente un gran número de raíces secundarias, será útil en muchas circunstancias cortar las extremidades radiculares para dar á la planta más vigor. Esto es lo que los jardineros hacen cuando *carpen* ó cuando *refrescan* las raíces. *Carpir* es remover la tierra de manera que se llegue hasta las raíces que corren cerca de la superficie del suelo, y hasta quebrarlas para que produzcan raíces secundarias. *Refrescar* las raíces, es cortar las extremidades radiculares de una planta, que se ha arrancado para trasplantarla.

Raíces adventicias — Independientemente de las raíces que hemos estudiado y que constituyen el sistema descendente del vegetal, hay otras que se desarrollan sobre el tallo mismo, y que reemplazan las raíces propiamente dichas cuando se destruyen, ó vienen en su ayuda cuando persisten. Como estas nuevas raíces nacen sobre el tallo, en número que no se puede determinar *á priori* y sobre puntos que no se pueden fijar con anterioridad, los botánicos las han designado con el nombre de *raíces adventicias*.

En el *Pandanus utilis*, por ejemplo, se ven salir del tallo, de diferentes alturas, numerosas raíces adventicias que se dirigen hacia la tierra, se hunden en ella y contribuyen lo mismo que las raíces propiamente dichas á sostener el árbol y á alimentarle.

La Vainilla, cuyos frutos son tan buscados por su aroma, es una planta que crece naturalmente en los bosques tropicales del Asia y de la América, donde se enrosca al rededor de los árboles y llega á tener frecuentemente una altura considerable. Los líquidos nutritivos absorbidos por las raíces propiamente dichas, en el interior de la tierra, no bastarían para alimentar un tallo frecuentemente muy largo y pondrían demasiado tiempo para recorrerle, hasta llegar á su extremidad. Pero la naturaleza ha previsto estos inconvenientes: de distancia en distancia parten del tallo raíces adventicias, que flotan en la atmósfera húmeda, como existe siempre en esos bosques y bajo tal latitud, y esas raíces, absorbiendo el agua atmosférica, contribuyen poderosamente á su nutrición. Esto puede observarse también en los invernáculos calientes del jardin de plantas en París, donde la Vainilla serpentea al rededor de una barra de hierro horizontal, emitiendo un gran número de raíces adventicias, que descienden directamente hacia el suelo.

En el Trigo, la Grama y en general en todas las Gramíneas, el tallo se acuesta un poco en su base, y de la parte acostada de este tallo se ven salir algunas raíces adventicias, que vienen en ayuda de las raices propiamente dichas, y aumentan por lo mismo el vigor de la planta.

Las raíces propiamente dichas de los *Pandanus*, de la Vainilla, del Trigo, de la Grama, etc., no se destruyen durante toda la vida de la planta, y por consiguiente las raíces adventicias no son nunca sinó raíces auxiliares. No sucede así en las Prímulas; la raíz principal y las raíces secundarias que de ésta provienen, se destruyen enteramente después de algunos años de vegetación, y la planta perecería infaliblemente, si no se desarrollasen sobre la parte inferior del tallo, raíces adventicias para reemplazarlas.

En la Yedra, se desarrollan también, sobre diferentes puntos del tallo, raíces adventicias. — Si la planta trepa en un muro ó en un árbol, estas raíces permanecen cortas, se hunden en el árbol ó en el muro contra el cual la Yedra está aplicada y la fijan á él sólidamente; entonces no tienen otro objeto que

sostenerla y nó alimentarla. Si la planta, al contrario, se arrastra sobre el suelo, estas raíces adventicias se alargan mucho, se hunden en la tierra y absorben los líquidos nutritivos que en ella se hallan contenidos: esto se puede constatar fácilmente en las Yedras que se cultivan en nuestros jardines públicos.

En el *Ficus religiosa*, se ven descender de la extremidad de las ramas, largas raíces adventicias que se dirigen hacia la tierra, como hilos á plomo. Mientras no llegan al suelo son muy delgadas y tienen casi el mismo diámetro en toda su extensión; pero apenas llegan á la tierra, empiezan desde entonces á desempeñar las funciones de raíces propiamente dichas, aumentan su diámetro rápidamente, y forman al derredor del tallo columnas radiculares de un grosor frecuentemente muy considerable.

Medio de hacer desarrollar raíces adventicias — Por poco que se observe el modo de vegetación de la Prímula, del Trigo, del Centeno, y en general de todas las plantas que tienen naturalmente *raíces adventicias*, se notará que principalmente aparecen sobre aquellos puntos del tallo que están en contacto con la tierra húmeda; y desde que esto se notó, nada fué más fácil que hacer desarrollar raíces adventicias en las plantas que no las producen en las circunstancias ordinarias.

Así, el Maíz tiene un tallo que se dirige verticalmente hacia el cielo y que no produce naturalmente raíces adventicias en su base. ¿Queréis hacerlas desarrollar artificialmente, sea para fijar la planta con más solidez al suelo, sea para darla más vigor? *Aporcad el tallo,* es decir, acumulad en su base cierta cantidad de tierra, humedecedla y entonces veréis muy pronto que de la porción del tallo que está hundida en la tierra, brotan *raíces adventicias.*

La Rubia es cultivada por sus raíces, porque tienen ese bello color que todo el mundo conoce. Si la planta fuera abandonada á sí misma, no daría sinó un pequeño número de raíces. Pero aporcando el tallo, se hacen desarrollar un gran número de

raíces adventicias, que aumentan la cosecha y por tanto la fortuna del cultivador.

Proporción relativa entre las raíces y el tallo — Las raíces están ordinariamente en relación con el tallo que sostienen. Una Encina, un Olmo, un Plátano, tienen raíces muy fuertes, muy vigorosas y se hunden perpendicularmente en la tierra. Un Alelí, una Balsamina, una Col, al contrario, tienen raíces ténues y no distan mucho de la superficie de la tierra. Sin embargo, hay algunas excepciones. Hemos hablado ya de esas Palmeras, llamadas Palmeras enanas, *Chamærops humilis*, porque sus raíces son demasiado débiles para sostenerlas cuando han llegado á una altura suficiente, siendo entonces víctimas de los vientos. Todo el mundo sabe, por otra parte, que las raíces de la alfalfa, cuyo tallo tiene solamente algunos decímetros de altura, penetran algunas veces hasta tres metros de profundidad en la tierra. El *Ononis arvensis* tiene raíces tan largas y duras, que algunas veces resisten á la azada; de ahí el nombre de *Gatuña*, que se le ha dado.

Tubérculos — Las funciones principales de las raíces, son fijar el vegetal en el suelo y absorber los líquidos que están en el interior de la tierra; por lo mismo, son siempre más ó menos delgadas. Pero, algunas veces, como en ciertas ramas subterráneas, llegan á ser órganos en que la planta acumula jugos en gran cantidad, y entonces se espesan, se hinchan y forman lo que los botánicos llaman *tubérculos* (ej.: *Dalia*, *Patata*, *etc.*).

TALLOS

Dirección y modo de vegetación de los tallos — En el acto de la germinación, el tallo, hemos dicho, se dirige hacia el cielo. En un gran número de plantas continúa creciendo en esta dirección, se mantiene firme y derecho y forma lo que se llama un *tallo vertical* (ej.: Alamo).

Otras veces, su consistencia no es suficiente para mantenerse

vertical, se acuesta entonces sobre el suelo y sólo su extremidad hojosa se dirige hacia el cielo: de ahí su nombre de *tallo acostado* (ej.: Sandía).

En la Verónica, pequeña encina, es igualmente acostado, pero, además, de su superficie, que está en contacto con el suelo, brotan, de distancia en distancia, pequeñas raíces que se hunden en la tierra y ayudan en sus funciones á las raíces propiamente dichas: el tallo se llama entonces *rastrero*, y las raíces que nacen en su superficie son, como hemos dicho, *raíces adventicias* (ej.: Fresal).

Otras veces, en lugar de arrastrarse sobre el suelo, el tallo se arrastra debajo de la tierra, emitiendo igualmente raíces adventicias, y no se muestra en la atmósfera sinó por su extremidad hojosa; entonces es llamado por los Botánicos *tallo subterráneo* ó *rizoma* (ej.: sello de Salomón).

En el Jacinto, el Lirio y el Azafrán, el tallo es subterráneo, pero en lugar de crecer horizontalmente debajo del suelo, es vertical y recogido sobre sí mismo, formando lo que es muy conocido por todo el mundo con el nombre de *bulbo* ó *cebolla;* pero hay que notar: que si este bulbo debe su espesor á escamas carnosas, que naciendo del tallo se pueden separar de él fácilmente, como en el Lirio, se llama *escamoso;* si es debido á túnicas que provienen igualmente del tallo, pero que son muy anchas y que se cubren completamente unas á las otras, como en el *Puerro*, se llama *tunicado* (ej.: Jacinto); y por fin, si es debido á un hinchamiento del tallo mismo, el bulbo es *sólido* (ej.: Azafrán).

Todos los tallos aéreos, que no tienen una consistencia suficiente para mantenerse verticales, no son acostados ó rastreros; algunos, como el de las Arvejas, se agarran á los cuerpos vecinos por medio de garfios que se llaman *zarcillos;* otros se enroscan al rededor de los árboles, como el de la Campanilla y el Lúpulo. Los primeros dan á las plantas el nombre de *plantas trepadoras*, los segundos el de *plantas volubles*. En lugar de garfios, como en las Arvejas, algunas plantas trepan por medio de *chupadores* (ej.: Cuscuta), que se aplican exactamente á los

cuerpos extraños que las sostienen, ó también por medio de raíces adventicias (ej.: Yedra), que se hunden en el árbol ó en el muro que les sirve de apoyo.

Las plantas volubles no se enroscan todas en la misma dirección. Unas, como la Campanilla, suponiendo que se enrosquen al rededor de nosotros, se enroscan de derecha á izquierda; otras se enroscan de izquierda á derecha. El Lúpulo está en el número de estas últimas. Y, ¡cosa notable! nunca se puede hacer que una Campanilla se enrosque de izquierda á derecha ó que un Lúpulo se enrosque de derecha á izquierda.

Dimensión, consistencia y forma de los tallos — Las dimensiones de los tallos son muy diferentes segun las especies. Hay algunas plantas, como el *Exacum filiforme*, que tienen el grosor de un hilo, y se elevan apenas á un centímetro de altura; hay otras, como el Alamo de Italia, que llegan á tener hasta 20 metros, y cuya circunferencia en la base es cerca de 1 metro; otras, como el Pino silvestre, tienen hasta 30 metros de alto; otras, como la *Araucaria excelsa*, hasta 84 metros. A este respecto dice Adamson, que ha medido Baobabs de 23 metros de circunferencia; y todos los viageros que han visitado el Congo refieren que los habitantes hacen, con el tallo de los Ceibas, piraguas suficientemente grandes para contener 200 hombres. La consistencia de los tallos es también muy variable (1). En la Balsamina, por ejemplo, el tallo es carnoso, suculento; mientras que tiene una gran dureza en la Encina y en el Haya. Los botánicos han llamado al primero *tallo herbáceo* y han dado el nombre de *tallo leñoso* al segundo.

(1) *(Nota del Traductor).*—Muchos Botánicos dividen las plantas según la consistencia de los tallos: llaman tallo *herbáceo*, á aquel que es tierno, verde y muere en el año en que nace; á las plantas que llevan ese tallo, las llaman *yerbas*. Llaman tallo *semileñoso*, á aquel cuya base se endurece y persiste varios años: á las plantas que tienen ese tallo las llaman *matas*. Llaman tallo *leñoso*, á aquel que es sólido, duro, semejante á la madera y persiste una infinidad de años: á las plantas que tienen tallos leñosos las llaman *arbustos*, cuando, desde su base, dan ramas sin yemas, y si esas ramas llevan yemas son *arbolillos*, y *árboles* cuando sólo se ramifican en la parte superior.

Además, los tallos difieren unos de otros, en su forma. En el Trigo, el Centeno, la Avena, etc., el tallo es de igual espesor en toda su extensión y presenta, de distancia en distancia, nudos, de cada uno de los cuales sale una hoja de base arrollada en vaina. En la Encina, el Haya, etc., es cónico y la cima está dividida en ramas y subdividida en ramos. En las Palmeras, es cilíndrico y lleva solamente una corona de hojas en su extremidad. Los botánicos han dado nombres diversos á estas diferentes formas de tallos. Aunque sería del caso recordarlos aquí, no servirían, sin embargo, sinó para sobrecargar la memoria.

Plantas acaules — Se encuentra en las obras de botánica descriptiva la palabra *acaule*, es decir, sin tallo, dada de nombre á un cierto número de plantas. Así hay la *Drosera acaulis*, *Protea acaulis*, *Carlina acaulis*, *Cacalia acaulis*, *Geneslia acaulis*, etc. ¿Qué quiere decir esto? ¿Quiere decir que realmente esas plantas no tienen tallos? De ninguna manera. Significa solamente que en estas plantas el tallo es tan corto, que todas las hojas que lleva están muy próximas entre sí, de modo que forman una roseta en la superficie del suelo.

Tendencia del tallo hacia el cielo y de las raíces hacia la tierra — Hemos visto que cuando germina una semilla, su raíz se dirige hacia la tierra y su tallo hacia el cielo. Ensayad contrariar este movimiento, dad vuelta la planta de manera que su raíz quede para arriba y su tallo para abajo; la raíz y el tallo se darán vuelta, el uno para tender de nuevo hacia el cielo, y la otra para hundirse en la tierra; repetid esta operación varias veces y siempre obtendréis los mismos resultados. Este fenómeno es el que se ha designado con el nombre de *tendencia de los tallos hacia el cielo, y tendencia de las raíces hacia la tierra*, y se manifiesta en la oscuridad como en la luz.

Tendencia de los tallos á buscar la luz y de la raíz á huir de ella — Al lado de esa tendencia de los tallos hacia

el cielo y de las raíces hacia la tierra, hay otra no menos notable, que es la *tendencia de los tallos á buscar la luz y de las raíces á huir de ella.* Colocad, por ejemplo, en el interior de un cuarto alumbrado por un solo lado, un vaso lleno de agua sobre el cual flote algodón; sembrad sobre este algodón semillas de mostaza blanca, y al cabo de algunos dias veréis, por una parte, la raíz hundirse en el algodón, llegar al agua, recibir la luz que atraviesa el vaso y doblarse del lado opuesto; por otra parte, al contrario, veréis al tallo inclinarse hacia la ventana, como para buscar la luz que de allí proviene.

Pero la luz blanca está compuesta de un gran número de rayos coloreados, que se pueden aislar por medio de un prisma; ¿ todos estos rayos concurren á este fenómeno, ó solamente algunos de ellos? La experiencia ha probado que sólo la parte más refrangible del espectro solar, es decir, la luz azul, la índigo y la violeta, son las que concurren á este fenómeno de las raíces y los tallos; y que en un cuarto alumbrado por una luz amarilla, anaranjada ó roja, la planta se comporta como en la oscuridad, cualquiera que sea la intensidad de esta luz, es decir, que ni el tallo ni la raíz cambian de dirección.

HOJAS

No es necesario ser botánico para reconocer á primera vista, sobre la mayor parte de las plantas de nuestro país, lo que se llama *hoja*. Nos contentaremos por el momento con esta noción general que todo el mundo tiene y que basta para comprender bien lo que vamos á decir; y al tratar de las ramas, con las cuales se les ha confundido algunas veces, daremos una definición de estos órganos, más exacta y más precisa. (1)

Las hojas son *simples ó compuestas*. Son *simples*, cuando no están formadas sinó por una lámina delgada llamada *limbo*, y unidas al tallo, sea directamente, sea por medio de un *peciolo*, pequeño soporte que se llama vulgarmente la cola de la hoja;

(1) Las hojas son unos apéndices membranosos que salen debajo de las yemas. — (Delafosse).

son *compuestas*, cuando están formadas por un gran número de pequeños limbos perfectamente distintos unos de otros y unidos á un *peciolo comun*, por intermedio de pequeños peciolos que han recibido el nombre de *peciolulos*. Es lo mismo que si fueran varias pequeñas hojas colocadas sobre un peciolo general.

Hojas simples — La hoja simple se compone, hemos dicho, generalmente de un peciolo y de un limbo. Algunas veces, sin embargo, el peciolo falta por completo, el limbo se inserta directamente sobre el tallo y entonces la hoja se llama *sentada*.

Cuando el peciolo existe, puede tener la misma forma en toda su extensión, como en el Ciruelo, Durazno, etc., ó ser dilatado en su base, bien en sentido transversal al rededor del tallo, bien de arriba á abajo formándole una *vaina*. En el primer caso se dice que la hoja es *abrazadora* y en el segundo que es *envainadora* ó *envainante*, (ej.: Caña de la India).

La hoja simple más completa que se puede concebir, se compone, pues, de un limbo, de un peciolo y de una vaina.

Formas — Estas son en extremo variadas: las hay en forma de flechas, de agujas, de cabellos, de discos, de espadas, de corazón, de media luna, de lira, de violín, de prisma de tres caras, etc., etc. En el *Nepenthes distillatoria* (Fig. 3), las hojas están terminadas por una especie de copa, encima de la que hay una tapita que se baja ó se sube, segun las circunstancias. En las *Sarracenia,* la mayor parte de las hojas se parecen á largos embudos.

Algunos botánicos han querido enumerar todas estas formas de hojas y darles nombres. A pesar de sus esfuerzos, no han podido comprenderlas todas y por consiguiente han faltado á su fin. Pero esto no es sinó un ligero reproche, en comparación del que justamente se les podría hacer por haber sobrecargado la ciencia de palabras, por lo menos inútiles, y por haber publicado bajo el título de obras elementales, diccionarios etimológicos, lo que hace creer que la botánica no consiste sinó en definiciones y no es más que una ciencia de palabras.



Fig. 3. —*Nepenthes distillatoria.*

Nervadura — El limbo de una hoja simple, es esa lámina delgada que forma la parte principal de la hoja. Tiene un *margen* ó borde: es la línea que limita su contorno; una *cara su-*

perior: es la parte del limbo supuesto horizontal que mira al cielo; una *cara inferior*: es la parte del limbo que mira á la tierra; una *base*: es la extremidad que se une al peciolo; un *vértice*: es la extremidad opuesta á la base: y por fin, dos *lados*: son las dos porciones del limbo dividido por una línea media, ficticia ó real que se extiende desde la base al vértice. El limbo está recorrido en diversos sentidos por líneas prominentes que forman en él una especie de esqueleto: estas líneas, que son más salientes por la cara inferior que por la cara superior, son los *nervios*, y el espacio que circunscriben se llama el *parénquima*.

La disposición de los nervios sobre el limbo ha recibido el nombre de *nervadura*; ésta varía mucho según las plantas, pero todas sus variaciones pueden reducirse á tres tipos principales.

En los Olmos, Tabaco, etc., se nota un nervio principal mucho más saliente que los otros y que va desde la base al vértice del limbo. A derecha y á izquierda parten de este nervio mediano, nervios secundarios que van paralelamente los unos á los otros y ganan el borde de la hoja. Esta disposición, que recuerda hasta cierto punto una pluma con sus barbas laterales, ha sido, por esta razón, llamada *nervadura pennada*; y la hoja, *penninervada*.

En las Malvas, en el Ricino ó Tártago, etc., hay cinco nervios principales que partiendo del vértice del peciolo van radiando como los dedos de las palmípedas: á esta disposición se ha dado el nombre de *nervadura palmeada*, y á la hoja *palminervada*.

En fin, en el Centeno, Trigo, los Lirios, etc., hay un gran número de nervios muy finos que, partiendo de la base del limbo, llegan hasta su vértice, siendo todos paralelos entre sí. La hoja se llama entonces *rectinervada*.

RECORTES — El borde del limbo es algunas veces contínuo en todo su contorno y entonces se dice que la hoja es *entera*; esto se observa en el Laurel-rosa, p. ej., donde no se nota la

menor escotadura. Pero, en la mayor parte de las plantas, no sucede así; el borde del limbo está siempre más ó menos profundamente recortado y según la profundidad y la forma de estos recortes, la hoja se llama *dentada, almenada, aserrada, lobulada, hendida* y *partida.*

Es *dentada (folium dentatum)*, cuando el borde está recortado en dientes agudos, que no se inclinan ni hacia la base ni hacia el vértice. Es *almenada (fol. crenatum)*, cuando el borde está recortado en almenage. es decir, en pequeñas partes salientes, redondeadas, separadas por ángulos entrantes. Es *aserrada (fol. serratum)*, cuando el borde está recortado en sierra, es decir, en pequeñas partes salientes, agudas, inclinadas hacia el vértice del limbo como en la sierra. Es *sinuada (fol. sinuatum)*, cuando el borde está recortado en partes salientes, redondeadas, que están separadas por senos igualmente redondeados. Es *lobulada (fol. lobatum)*, cuando las incisiones del borde se extienden hasta la mitad del limbo, formando lóbulos ó recortes anchos. Es *hendida* ó *fida (fol. fidum)*, cuando las incisiones, penetrando igualmente hasta la mitad del limbo, forman lóbulos estrechos. Es *partida (fol. partitum)*, cuando las incisiones penetran hasta el nervio medio.

Los varios recortes del limbo pueden combinarse con algunas formas de nervadura; de ahí que las hojas pueden ser lobuladas, hendidas y partidas de dos maneras, según que la nervadura sea pennada ó palmeada, y por consiguiente hay *hojas pinnatilobuladas* y *hojas palmatilobuladas, hojas pinnatifidas* y *hojas palmatifidas, hojas pinnatipartidas* y *hojas palmatipartidas.*

HOJAS COMPUESTAS — En las hojas compuestas el peciolo se compone de un peciolo común, que se llama *rafe*, y de pequeños peciolos insertos sobre ese peciolo común, que se llaman *peciolulos.*

Generalmente, cada uno de estos peciolos insertos sobre el *rafe*, lleva sólo un limbo en su vértice y entonces la hoja es *simplemente compuesta.* Pero en algunas plantas, estos pequeños peciolos insertos sobre el peciolo común se ramifi-

can á su turno, y sólo sus ramificaciones son las que llevan un limbo en su vértice; cuando es así, la hoja es *doblemente compuesta* y los botánicos la llaman *hoja descompuesta* (Fig. 4).

En la hoja compuesta, los peciolulos pueden afectar dos posiciones diferentes: ó están colocados en toda la extensión del peciolo común, á derecha é izquierda, y entonces la hoja se llama *compuesta pennada*, ó están todos insertos en la extremidad superior del peciolo común, y entonces la hoja se llama *compuesta palmeada*. Cuando los peciolulos están colocados en toda la extensión del peciolo común, pueden estar: ó todos insertos en diferentes alturas, y entonces la hoja compuesta es *alternipennada*, ó todos insertos de á dos en la misma altura, y entonces la hoja es *opositipennada*.

Como en las hojas simples, el peciolo común de las hojas compuestas puede ser cilíndrico en toda su extensión é insertarse en el tallo sólo por un punto muy circunscrito, ó ser ancho en su base y abrazar todo el tallo formando una *vaina*.

Los pequeños limbos llevados por los peciolulos se llaman *foliolos*. Todas las modificaciones que se notan en el limbo de las hojas simples, bajo el doble punto de vista de su nervadura y sus recortes, se observan igualmente en el limbo de los foliolos, y por consiguiente son llamadas de la misma manera.

VARIACIONES DIVERSAS EN LAS HOJAS DE UNA MISMA PLANTA — Las hojas de una misma planta no son todas semejantes entre sí, sinó que varían en relación con la altura en que están insertas sobre el tallo y algunas veces varían tanto, que si se les viera separadas del árbol, no se podría creer que han sido sacadas de la misma planta. Así en la *Valeriana phu*, las hojas de la base del tallo son enteras, mientras que las del vértice son recortadas; en el *Sisson ammi* existen hojas planas, estrechas y largas en la base del tallo, hojas delgadas y cilíndricas en su vértice, y sobre sus ramos, hojas divididas y subdivididas profundamente.

Estas variaciones en la forma de las hojas, según la altura

en la cual están insertas sobre el tallo, son tan frecuentes que los botánicos han dividido las hojas, en sus obras descriptivas, en hojas *florales, caulinares y radicales.* Las primeras son las que están más elevadas en el tallo y acompañan á las flores; las últimas no nacen sobre las raíces, como parece indicarlo su nombre, sinó sobre la parte del tallo más próxima á ellas; en cuanto á las hojas caulinares, que ordinariamente son las más numerosas, están situadas necesariamente entre las hojas florales y las hojas radicales.



Fig. 4.—Hoja descompuesta de Acacia grandiflora.

El *Laurus sassafrás* lleva unas hojas enteras, otras de dos lóbulos, otras de tres, sobre la misma rama, cualquiera que sea la altura en que están insertas estas hojas.

En muchas plantas acuáticas, las hojas varían, segun el medio en que se desarrollan. En el *Cabomba oblongifolia* (Fig. 5), por ejemplo, las hojas superiores que se encuentran encima del agua tienen un limbo lleno cuyos nervios están reunidos entre sí por un parénquima completo; las inferiores, al contrario, que han nacido debajo del agua, están reducidas á sus nervios y se parecen por consiguiente hasta cierto punto á las raíces.

Cuando la Sagitaria crece en medio de las aguas corrientes sus hojas se alargan y se parecen á cintas teniendo más de un metro de longitud y quedan constantemente sumergidas; cuando al contrario, vegeta sobre el borde de los estanques, donde el agua es tranquila, sus hojas se elevan muy pronto encima del agua y toman esas formas de flechas que les ha dado su nombre.

En fin, en los *Gleditscha triacanthos,* donde las hojas son

simplemente compuestas, sucede frecuentemente que, sobre una misma hoja, se notan peciolulos que en lugar de llevar un solo foliolo como los otros, llegan á ser ellos mismos peciolos compuestos, es decir, llevan varios pequeños limbos.

Las proporciones entre el limbo, el peciolo y la vaina de una hoja envainante no son tampoco las mismas, según la altura en la cual están insertas las hojas sobre el tallo. En general, la vaina es mucho más desarrollada que el limbo en las hojas colocadas en la base.

Filodios — El peciolo de una hoja, ya sea simple ó compuesta, puede faltar, y entonces la hoja se llama *sentada*. Tambien el limbo puede abortar, y entonces la hoja queda reducida á su peciolo. En este último caso, el peciolo se extiende lateralmente y ofrece el aspecto de una cinta más ó menos aplastada, que se distingue fácilmente de una hoja lanceolada ordinaria en que, en lugar de ser comprimida de manera á presentar una cara superior y una cara inferior, está comprimida de manera que presenta sus bordes, arriba y abajo, y sus caras laterales: este peciolo así modificado es lo que se llama un *filodio*.

Hay una planta que muestra con claridad que los *filodios* no son sinó peciolos aplastados de hojas, cuyos limbos han abortado: es la *Acacia heterophylla*. Sobre este árbol, en efecto, se observan todos los intermediarios entre una hoja compuesta perfecta y un filodio, y se ve que el peciolo se aplasta tanto más cuanto más el limbo disminuye.

Caída de las hojas — Las hojas caen, en la mayor parte de las plantas, el año mismo en que nacen. En algunas especies, sin embargo, no se desprenden sinó al año siguiente, ó también, como en ciertas comarcas, persisten sobre la planta durante varios años.

Cuando las hojas no caen el año mismo en que nacen, como en el Box, el Naranjo, etc., deben encontrarse necesariamente con las jóvenes hojas del año próximo. Por consiguiente los

árboles que las llevan nunca están sin hojas: de ahí el nombre de *árboles verdes*, que con justicia se les ha dado.

En general, los árboles que dan hojas temprano las pierden más pronto que los otros. Esto sucede en el Castaño de la



Fig. 5. — *Cabomba oblongifolia.*

India, cuyas hojas aparecen al principio de la Primavera y caen al comenzar el Otoño. El Saúco, sin embargo, hace excepción, da hojas muy temprano y sin embargo la caída tiene lugar muy tarde.

METAMÓRFOSIS DE LAS HOJAS — Las hojas pierden algunas veces su carácter de expansión delgada y verde para tomar la forma de escamas, de vainas ó de espinas. Así, á guisa de hojas, tiene el Espárrago escamas, el *Casuarina* vainas, el Espino-

Acedera espinas, el *Lathyrus aphaca* zarcillos, es decir, filamentos delgados y flexibles con ayuda de los cuales las plantas se agarran á los cuerpos vecinos y se sostienen en la atmósfera.

En el *Lathyrus platyphyllos*, no es la hoja entera la que se transforma en zarcillo como en el *Lathyrus aphaca*, sinó solamente uno ó tres de los foliolos de la hoja compuesta; los otros foliolos quedan membranosos, aplastados y verdes.

También sirven con frecuencia de receptáculos de jugos, y entonces llegan á ser carnosas y suculentas, las escamas de los bulbos de los Lirios: las túnicas del de los Tulipanes, no son sinó hojas modificadas bajo la influencia de sus respectivas funciones.

Tendencia de las hojas á volver su cara superior hacia el cielo — Las hojas son frecuentemente horizontales y tienen una cara superior que mira hacia el cielo y una cara inferior que mira hacia la tierra. Esta posición es tan natural, que siempre tienden á volver á ella cuando por una causa ó por otra se cambia. Bajad, por ejemplo, la extremidad de una rama de manera que la cara inferior de las hojas mire al cielo y veréis muy pronto que estas hojas se dan vuelta sobre su peciolo y vuelven á tomar la posición que les es natural. Esta vuelta de las hojas se opera en la oscuridad como en la luz, en la noche como en el dia; es, pues, un fenómeno semejante á la tendencia de los tallos hacia el cielo y de las raíces hacia la tierra.

Tendencia de las hojas á presentar su cara superior hacia la luz — Si se coloca una planta en el interior de un cuarto alumbrado por un solo lado, se ve que las hojas se enderezan sobre su peciolo, se vuelven casi verticales y dan vuelta su cara superior hacia la ventana. Las personas que cultivan flores en invernáculos, son testigos de este fenómeno á cada momento, que les incomoda con frecuencia porque hace tomar á la planta, si se la descuida, una falsa dirección. Se puede, además, constatar esto con facilidad, en nuestras casas, con una maceta de Capuchina, pues las hojas de esta planta se dirigen muy pronto hacia la luz.

SUEÑO DE LAS PLANTAS — La posición de las hojas no es la misma durante el dia y durante la noche, sobre todo en las hojas compuestas, donde esa diferencia es muy notable.

Los foliolos del *Amopha fruticosa*, por ejemplo, se extienden horizontalmente de mañana. A medida que la luz es más viva, se enderezan, y al medio dia se dirigen hacia el cielo; pero cuando la noche se aproxima, bajan poco á poco, llegan á ser pendientes y se aplican los unos contra los otros por sus caras inferiores debajo del peciolo común.

Los foliolos del Espantalobos, al contrario, se elevan desde que el sol está por ocultarse y durante la noche se aplican unos contra otros por sus caras superiores, encima del peciolo común.

En la Sensitiva, los foliolos se acercan también por la tarde, pero dirigiendo sus puntas hacia el vértice de la hoja y aplicándose unos contra otros, como las tejas de un techo, en todo el largo del peciolo común, que cubren enteramente.

En la Cañafístula del Maryland, los foliolos se bajan como los del *Amorpha fruticosa* tan pronto como la oscuridad reemplaza á la luz, pero dando vuelta sobre su articulación, de manera que los dos foliolos de cada par, se aplican uno contra otro debajo del peciolo común, no por sus caras inferiores sinó por sus caras superiores.

Otras especies afectan diferentes posiciones; pero lo expuesto es suficiente para hacer conocer el fenómeno que Linneo designa muy impropiamente con el nombre de *sueño de las plantas*.

IRRITABILIDAD — No es solamente cuando el sol se acuesta, que los foliolos de la sensitiva se acercan y se aplican unos contra otros. El menor movimiento que se les imprima produce en ellos el mismo fenómeno. Un gran número de botánicos ha tratado de conocer las circunstancias en que se produce y determinar su causa, y han resultado de esto varias observaciones curiosas.

Así se ha notado que todas las partes de la hoja no tienen el

mismo grado de sensibilidad, y que si se toca con la punta de una aguja una mancha blanca que se observa en la base de los foliolos, estos se mueven con más viveza que si la punta de la aguja hubiese sido llevada á cualquier otro lugar. Se ha constatado igualmente que el fenómeno puede ser sucesivo. Si se corta con unas tijeras la mitad de un foliolo inferior, casi al mismo tiempo el foliolo mutilado y el que lo es opuesto se acercan; un instante despues, el movimiento tiene lugar en los foliolos vecinos, y continúa comunicándose, par por par, hasta que toda la hoja esté replegada. En fin, Desfontaines ha observado que una Sensitiva llevada en un carruaje comienza al principio á cerrar sus hojas por causa del traqueo, pero poco á poco se acostumbra á él, las hojas se abren de nuevo y no se cierran más.

Aunque Linneo haya descrito este fenómeno con el nombre de *sensibilidad de las plantas*, debe entenderse, sin embargo, que no hay aquí nada que se parezca á lo que se llama *sensibilidad* en los animales: de ahí que llamemos á este fenómeno con el nombre de *irritabilidad*.

Movilidad — Hay algunas hojas que, sin ninguna sacudida anterior, ejecutan movimientos contínuos perfectamente regulares. Se ha descubierto en Bengala una pequeña planta que se llama *Hedísarum girans* y cuyas hojas están compuestas de tres foliolos, uno grande y terminal, y los otros pequeños y laterales. El grande tiene un movimiento de ginglimo contínuo, muy lento y se inclina ya á derecha, ya á izquierda. Los pequeños tienen un doble movimiento de ginglimo y de torsión, que tiene lugar por pequeños y bruscos movimientos análogos á los de la aguja de los relojes de segundos; mientras que dan vueltas sobre sí mismos, se doblan en sentido contrario, es decir, que uno sube al mismo tiempo que el otro baja.

M. Dutrochet ha observado, en estos últimos tiempos, movimientos análogos en las hojas del Guisante y de la Habichuela.

En fin, en las hojas del *Porliera higrométrica*, que son com-

puestas, los foliolos se acercan cuando el cielo se cubre de nubes y la lluvia está á punto de caer: pueden servir en cierto modo de higrómetros.

Disposición de las hojas sobre el tallo — Hemos visto anteriormente que el tallo se diferencia de la raíz porque produce en su superficie hojas dispuestas en un órden tan regular, que se pueden someter á una fórmula matemática. Examinemos ahora cual es este órden.

Las hojas pueden ser *alternas, opuestas* ó *verticiladas.*

Son *alternas* cuando todas se encuentran insertas en diferentes alturas (ej.: *Durazno, Sauce*). — Son *opuestas* cuando están agrupadas de á dos en la misma altura y de manera que estas dos hojas estén colocadas en las extremidades de un mismo diámetro (ej.: *Fresno, Lilas*). — Son *verticiladas,* cuando hay más de dos en la misma altura, dándose el nombre de *verticilo* al conjunto de hojas así insertas sobre el mismo nudo.

Hojas opuestas y verticiladas — En las hojas verticiladas, las hojas de un verticilo nunca están superpuestas á las hojas del verticilo colocado inmediatamente debajo, sinó que les son siempre *alternas,* es decir, superpuestas á los intervalos que separan las hojas del verticilo inferior.

En las hojas opuestas sucede lo mismo, pues las hojas opuestas no son sinó hojas verticiladas, en las que el número de hojas en cada verticilo está reducido á dos.

Cuando las hojas son opuestas ó verticiladas, son siempre equidistantes, y por consiguiente el arco interpuesto entre dos hojas contiguas es igual á la circunferencia dividida por el número de hojas del verticilo. Así, si el número de hojas es de tres en cada verticilo, la distancia de una hoja á su vecina de este mismo verticilo es de 1/3 de circunferencia; si son en número de seis, la distancia es de 1/6. En las Labiadas, donde las hojas son siempre opuestas, como cada par está siempre en cruz, con el que le precede y el que le sigue, resulta

que todas las hojas están insertas sobre cuatro líneas que distan 1/4 de circunferencia entre sí.

Hojas alternas — Si observamos con atención la manera conque las hojas están dispuestas sobre un jóven tallo de Tilo ó de Olmo (Fig. 6), constataremos fácilmente:

1.° Que un hilo que pase por todas las hojas de este tallo describe al rededor de él, una espiral cilíndrica regular.

2.° Que numerando estas hojas á partir de una cualquiera de ellas, la hoja número 3 está sobre la misma vertical que la hoja número 1 y le es *superpuesta*; la hoja número 4 está sobre la misma vertical que la hoja número 2; la hoja número 5 sobre la misma vertical que las hojas número 1 y 3; la hoja número 6 sobre la misma vertical que las hojas número 2 y 4, y así en seguida: de manera que todas las hojas están situadas sobre dos líneas verticales que se pueden trazar sobre esta rama.

3.° Que estas dos líneas verticales que comprenden todas las hojas son equidistantes, y por consiguiente á 1/2 circunferencia una de la otra.

Se puede, pues, expresar esta disposición de las hojas sobre el tallo por la fraccion 1/2.

Si se hace la misma observación sobre un tallo de *Alnus glauca* (Fig. 7), se constata igualmente:

1.° Que un hilo que pase por todas las hojas de esta rama describe al rededor de ella una espiral cilíndrica regular.

2.° Que numerando estas hojas á partir de una cualquiera de ellas, la hoja número 4 está sobre la misma vertical que la hoja número 1; la hoja número 5 sobre la misma vertical que la hoja número 2; la hoja número 6 sobre la misma vertical que la hoja número 3; y así las demás: de manera que todas las hojas están situadas sobre tres líneas verticales que se pueden trazar sobre esta rama.

3.° Que estas tres líneas verticales que comprenden todas las hojas son equidistantes y por consiguiente á 1/3 de circunferencia una de otra.

La disposición de las hojas en este caso puede, pues, expresarse por la fraccion 1/3.

En fin, si repetimos las mismas observaciones sobre una rama chupona de Durazno (Fig. 8), por ejemplo, constataremos fácilmente:

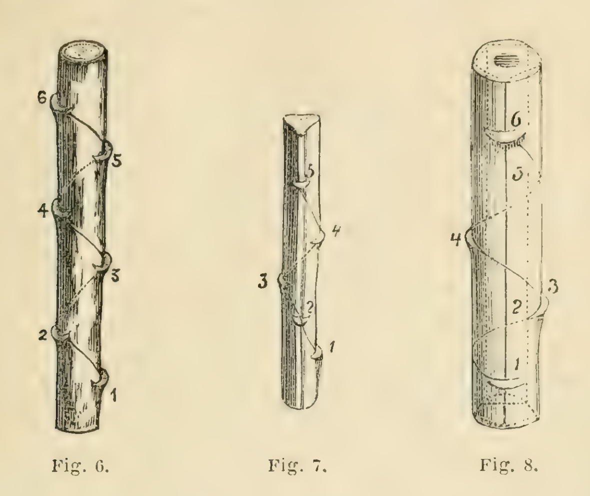


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

1.° Que un hilo que pase por todas las hojas de esta rama describe al rededor de ella una espiral cilíndrica regular.

2.° Que numerando estas hojas partiendo de una cualquiera de ellas, la hoja número 6 está sobre la misma vertical que la hoja número 1; la hoja número 7 sobre la misma vertical que la hoja número 2; la hoja número 8 está sobre la misma vertical que la hoja número 3; la hoja número 9 está sobre la misma vertical que la hoja número 4; la hoja número 10 está sobre la misma vertical que la hoja número 5; la hoja número 11 está sobre la misma vertical que la hoja número 6 y por consiguiente que la hoja número 1, y así en seguida: de modo que todas las hojas están situadas sobre cinco líneas verticales que se pueden trazar sobre esta rama.

3.° Que estas cinco líneas verticales que comprenden todas las hojas son equidistantes y por consiguiente á 1/5 de circunferencia una de otra.

4.° Que contando á partir de la hoja número 1, la hoja que

lleva el número 2 no está sobre la vertical más próxima, sinó sobre la que viene después y está, por consiguiente, sobre la línea que dista 2/5 de circunferencia de la línea sobre la que se encuentra la hoja número 1.

Puesto que el arco comprendido entre las dos verticales que contienen dos hojas consecutivas, sobre la espiral descrita al rededor de la rama, es igual á 2/5 de circunferencia, el ángulo al centro del tallo que está medido por este arco, tendrá también por medida 2/5 de circunferencia. Ahora bien, este ángulo, formado por dos planos que pasen por estas verticales y el eje del tallo, y que se llama *ángulo de divergencia* de dos hojas consecutivas, y que se representa por una fracción, expresa claramente la situación de las hojas.

Podemos constatar también que en el Jubarbo *(yerba puntera)* de los techos, las hojas están dispuestas sobre ocho líneas verticales y que las dos verticales sobre las que se encuentran dos hojas consecutivas de la espiral generadora, distan 3/8 entre sí; y que en el Jubarbo tubular, las hojas están dispuestas sobre veintiuna líneas verticales y que las dos verticales sobre las que se encuentran dos hojas consecutivas de la espiral generadora, distan 8/21 una de otra.

La disposición de las hojas del Tilo tiene, pues, por expresión la fracción 1/2; la de las hojas del *Alnus glauca*, la fracción 1/3; la de las hojas del Durazno, la fracción 2/5; la de las hojas del Jubarbo de los techos, la fracción 3/8; la de las hojas del *Echinocactus spiralis*, la fracción 5/13; la de las hojas del Jubarbo tubular, la fracción 8/21.

Estas son las disposiciones principales, y para retenerlas en la memoria fácilmente basta notar que cada una de estas fracciones es la suma de las dos fracciones que la preceden, término á término. Así, sumando las fracciones 1/2 y 1/3 término á término, se tiene 2/5; sumando de la misma manera 1/3 y 2/5, se tiene 3/8; sumando 2/5 y 3/8, se tiene 5/13; sumando 3/8 y 5/13, se tiene 8/21: que es una disposición aun bastante frecuente, etc.

La espiral que comprende así todas las hojas, se llama *espiral generadora*.

El número de hojas que se cuentan sobre esta espiral generadora, partiendo de una hoja cualquiera hasta llegar á la hoja que esté sobre la misma vertical que la que ha servido de punto de partida, se llama *ciclo*, y está expresado siempre por el denominador de la fracción que representa la disposición de las hojas.

En el Tilo, el ciclo es de *dos* hojas; en el *Alnus glauca*, es de *tres*; en el Durazno, es de *cinco;* en el Jubarbo de los techos, de *ocho*, etc.

Espiral generadora. Espirales secundarias — En la mayor parte de las plantas las hojas están bastante separadas unas de otras, de modo que se puede hacer pasar un hilo por cada una de ellas y describir así la espiral que las comprenda á todas y que se llama *espiral generadora*; pero en los Jubarbos, los *Pandanus, etc.*, están tan próximas entre sí, que forman una roseta en la cual es imposible hacer pasar un hilo por todas las hojas consecutivas y por tanto también es imposible determinar esa *espiral generadora*. ¿Qué se hace entonces?

Si se echa una mirada sobre una roseta de Jubarbo tubular, ó sobre un cono de Pino marítimo, se notará fácilmente que las hojas de esta roseta y las escamas de este cono están dispuestas sobre un cierto número de espirales que dan vuelta paralelamente unas á otras, al rededor del centro de la roseta ó del eje del cono, unas de izquierda á derecha y otras de derecha á izquierda. Estas *espirales* son llamadas por los botánicos *espirales secundarias*, y difieren esencialmente de la espiral generadora en que son varias y en que cada una no comprende, por consiguiente, sinó un cierto número de hojas, mientras que la espiral generadora es siempre única y las comprende á todas.

Medio de determinar la espiral generadora por medio de las espirales secundarias — Para determinar la fracción que representa el ángulo de divergencia de dos hojas consecutivas de la espiral generadora, en las plantas en que es imposible hacer pasar un hilo por todas las hojas, comprendién-

dolas á todas, los botánicos *cuentan el número de espirales secundarias que van de izquierda á derecha y de derecha á izquierda, suman estos dos números y así obtienen el denominador de la fraccion buscada, y como las diversas fracciones,* 1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, *etc., son las únicas que representan las diversas posiciones de las hojas, bastará ver en esta serie de fracciones, cuál es la que tiene el denominador determinado por la suma de los dos números de espirales secundarias, para haber dado con la fracción que representa el ángulo de divergencia de dos hojas consecutivas.*

En el Pino marítimo, donde se cuentan 3 espirales que van de izquierda á derecha y 5 de derecha á izquierda, el ángulo de divergencia de dos hojas consecutivas de la espiral generadora es de 3/8. En el Jubarbo tubular, donde se cuentan 8 espirales en un sentido y 13 en el otro, el ángulo de divergencia de las hojas consecutivas de la espiral generadora es 8/21.

Para numerar cada hoja segun el órden que ocupe en la espiral generadora, se escribe el núm. 1 sobre una de las hojas más externas, si se trata de un roseta de hojas; sobre una de las más inferiores, si se trata de un cono de Pino: se numeran en seguida todas las hojas de la espiral, yendo de izquierda á derecha, de que hace parte esta hoja núm. 1, de modo que la diferencia entre el número de una hoja de esta espiral y la siguiente, sea siempre igual al número de espirales secundarias que hay en este sentido. Así, en el cono del Pino marítimo (Fig. 9), donde hay tres espirales secundarias de izquierda á derecha, si la primera hoja de una de estas espirales lleva el núm. 1, la segunda hoja de esta misma espiral secundaria llevará el núm. 4, la tercera el núm. 7, la cuarta el núm. 10, etc.; pero la hoja núm. 1 hace también parte de una espiral secundaria que va de derecha á izquierda, y, para numerar todas las hojas de esta espiral, bastará igualmente numerarlas de modo que la diferencia entre el número de una hoja de esta espiral secundaria y la siguiente, sea siempre igual al número de espirales secundarias que van de derecha á izquierda.

En el Pino marítimo que hemos tomado por ejemplo, el número de las espirales secundarias que van de derecha á izquierda es de 5; por consiguiente, las diversas hojas de la espiral secundaria que van de derecha á izquierda, sobre la cual se encuentra la hoja núm. 1, llevarán los números 6, 11, 16, 21, 26, etc. Para terminar la numeración, si ya no lo está, se toman sucesivamente por puntos de partida todas las hojas de la espiral secundaria que van de derecha á izquierda, que ya se han numerado, y se añade ó se quita sucesivamente, según que se numere la hoja que está encima ó debajo de esta espiral secundaria, el número de espirales secundarias que van de izquierda á derecha. Tomando, pues, por punto de partida la hoja número 4, en el cono del Pino marítimo, las hojas de la espiral secundaria que van de izquierda á derecha llevan sucesivamente los números 7, 10, 13, 16, etc., encima, y el número 1 la que está debajo.

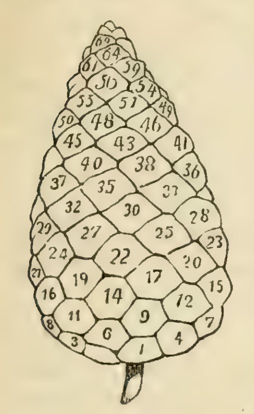


Fig. 9. — Pino marítimo.

VARIACIONES EN LA DISPOSICIÓN DE LAS HOJAS DE UNA MISMA PLANTA — La disposición de las hojas no sólo varía según las plantas, sinó que también varía algunas veces sobre la misma planta, según el punto del tallo que se examine. Es así que hay plantas que presentan la disposición 2/5 en su base y la disposición 3/8 en su vértice. Todas las plantas dicotiledóneas tienen sus dos primeras hojas opuestas, y, sin embargo, un gran número de ellas las tienen más tarde alternas. ¿Cómo se efectúa este cambio en la disposición de las hojas sobre la misma planta?

Para comprender estos cambios con facilidad y para sorprender el procedimiento que la naturaleza emplea para efectuarlos, es necesario estudiar una de esas plantas carnosas que los botánicos designan con el nombre de *Echinocactus* y cuyo tallo

presenta un cierto número de lados, sobre los que están insertas las hojas.

Ahora bien, en estas plantas las cuatro primeras hojas están agrupadas de á dos, cortándose en ángulo recto; son, pues, opuestas y cruzadas como en las Labiadas y pueden representarse, por lo mismo, por la fraccion 1/2. Por otra parte, el tallo en su base presenta cuatro lados y en cada uno de éstos se inserta una de aquellas hojas. Más tarde cambian las cosas: en lugar de cuatro lados, se observan cinco, y las hojas siguientes, en lugar de ser opuestas como las cuatro primeras, son alternas y tienen la disposición 2/5; después, un poco más arriba, en lugar de cinco lados, se cuentan ocho, y las hojas tienen entonces la disposición 3/8; un poco más arriba aun, en lugar de ocho lados, se ven trece, y las hojas tienen la disposición 5/13.

Esta multiplicación de los lados y por consiguiente de las líneas verticales de las hojas, se efectúa, como es fácil verificarlo, por la división de uno ó varios lados, cada uno en otros dos ó, sirviéndome de la expresión de los botánicos, por el *desdoblamiento* de uno ó de varios lados. Así, en el tallo del *Euforbio exótico* se ve claramente que el número de lados, que es cinco en la base, llega á ser más tarde ocho, por causa del desdoblamiento de tres de los cinco lados primitivos. Así también, en el tallo del *Echinocactus spiralis*, se puede ver que cinco de los ocho lados primitivos, se dividen cada uno en dos, de modo que hay más tarde trece, diez que provienen de los que se han desdoblado y tres que han quedado enteros.

ESTÍPULAS

Las estípulas son apéndices membranosos ó foliáceos que acompañan á las hojas en algunas plantas.

POSICIÓN DE LAS ESTÍPULAS — Algunas veces no hay sinó una y está colocada entre la hoja y el tallo, en la axila de la hoja, es decir, en el ángulo que esta hoja forma con la parte superior del tallo; por consiguiente esta estípula se llama *axi-*

lar. Pero, frecuentemente hay dos estípulas, colocadas una á la derecha y otra á la izquierda del punto de inserción de la hoja, y entonces se llaman *laterales*.

Las estípulas laterales son: ya libres, como las del Espino blanco, del Sauce, de la Malva; ya adherentes al peciolo en una porción más ó menos grande de su extensión, como en el Rosal, Trébol, etc. Los botánicos llaman *caulinares* á las del primer caso y *peciolares* á las del segundo.

Las dos estípulas de una misma hoja, generalmente son semejantes; sin embargo tiene una excepción esta regla, pues se ha visto que una de las dos estípulas es estrecha, lineal y aguda, mientras que la otra es ancha y profundamente recortada.

Sucede algunas veces, en las plantas de hojas alternas, que las estípulas laterales tienen su base bastante ancha para abrazar todo el tallo y reunirse una á la otra del lado opuesto de la hoja, de modo que parecen formar una sola estípula opuesta á la hoja; pero la extremidad bilobulada de esta estípula, que parece única, demuestra claramente su doble orígen, aunque la reunión de las dos en una sola sea congenital.

Cuando se encuentran dos hojas opuestas provistas de estípulas, como en las Rubiáceas, generalmente las cuatro estípulas están aisladas. — Pero en algunas plantas, como en el Lúpulo, las dos estípulas colocadas del mismo lado del tallo, se confunden con más ó menos precisión en una sola, aunque pertenecen á dos hojas diferentes, y entonces en lugar de cuatro estípulas, no se ven sinó dos, cuyas extremidades, generalmente bilobuladas, indican su doble orígen. Los botánicos llaman *estípulas interpeciolares* á esas dobles estípulas así reunidas.

Las estípulas, aunque nacen después de la hoja que acompañan, crecen frecuentemente con mucha más rapidez que ella y la cubren completamente en la yema. Podemos convencernos fácilmente de este hecho observando con un poco de atención algunos árboles, como los Sauces, Encinas, Olmos, Hayas, Yedras, Castaños, Higueras, etc. Las estípulas no son entonces, sinó órganos destinados á proteger las hojas jóvenes, y por consiguiente, cuando la yema se abre, ellas caen, llamándose en este caso *caducas*.

En otras plantas, al contrario, no crecen con tanta rapidez como la hoja, y no la cubren. Excepto la forma, estas estípulas tienen todos los caracteres de los lóbulos de las hojas, son verdes como ellas y no caen sinó en el otoño junto con la hoja: en este caso se llaman *persistentes.*

METAMÓRFOSIS DE LAS ESTÍPULAS — Lo mismo que las hojas, las estípulas pueden transformarse en espinas y en zarcillos. Así, en lugar de estípulas, el Alcaparro *(Capparis spinosa)*, tiene dos grandes espinas, una á la derecha y otra á la izquierda de cada hoja. En los Melones, los Pepinos y la mayor parte de las Cucurbitáceas, las hojas están acompañadas de uno ó de dos zarcillos, que representan evidentemente las estípulas.

LÍGULA — En la familia de las Gramíneas, generalmente las hojas no tienen peciolo. El limbo se inserta directamente sobre la vaina, que tiene el aspecto de un forro que rodea completamente el tallo. Ahora bien, en el punto que este limbo se inserta en la vaina, existe un pequeño collar membranoso, muy desarrollado en algunas especies, muy corto y casi nulo en otras: este collar es lo que los botánicos llaman *lígula.*

RAMAS

En la axila de las hojas, es decir, *en el ángulo que estas hojas forman con la parte superior del tallo*, nacen las *ramas* (1).

Por tanto, siempre es fácil distinguir una hoja de una rama, cualquiera que sea su forma. Basta para esto ver lo que hay debajo del órgano, sobre cuya naturaleza se duda. Si no hay nada, podéis asegurar que el órgano que se examina es una

(1) Los botánicos modernos han dividido todos los órganos de las plantas en dos clases, á saber: *órganos axilares* y *órganos apendiculares.* Los primeros comprenden los tallos, las ramas, etc.; nacen siempre en la axila de los órganos apendiculares y llevan otros órganos; los segundos, al contrario, que comprenden las hojas, etc., no tienen nada debajo de su punto de inserción y nunca llevan otros órganos.

hoja; podéis, al contrario, decir con certeza que es una rama, si debajo de él hay otro órgano. Por este procedimiento es que se ha demostrado que las hojas de las Cebollas, que son redondeadas como las ramas, son hojas, y que las ramas aplastadas del Pequeño Acebo, son ramas.

Hay un pequeño número de plantas que no presentan ramas. Se puede citar de las Dicotiledóneas, el *Exacum filiforme*, pequeña planta que crece en los bosques del Senart y que no se compone generalmente sinó de un tallito de 1 á 2 centímetros de altura y terminado en su extremidad por una flor única. Se pueden citar de las Monocotiledóneas, donde los ejemplos son más numerosos y más notables, los Cocos, las Datileras, cuyos tallos se elevan sin ramificarse jamás y forman inmensas columnas de 30 á 40 metros de altura.

Pero, en el reino vegetal estas plantas no son sinó excepciones. La mayor parte de las plantas llevan ramas: el conjunto de estas ramas es lo que llaman los botánicos el *aspecto* ó *porte* de una planta.

Para formarse una idea exacta de las ramas, es necesario considerarlas como *tallos secundarios colocados sobre el tallo principal para tomar allí su alimento.* En efecto, una vez admitido este principio, es fácil comprender que las ramas presentan todas las modificaciones de forma, estructura y disposición de las hojas, etc., que hemos observado en los tallos, pareciéndose, por consiguiente, bajo todos estos aspectos, al tallo sobre el cual han nacido.

Así, pueden ser verticales, acostadas, rastreras, volubles, trepadoras; pueden ser subterráneas y formar rizomas; bulbos sólidos, escamosos y tunicados, etc. Así, todas las ramas del Durazno son redondeadas, como el tallo, y las hojas son igualmente alternas, teniendo la disposición quinconcial. Todas las ramas del Romero son cuadradas como el tallo y las hojas son igualmente opuestas. Todas las ramas del Tulipán son bulbos como el tallo, etc.

Parece, pues, natural designar estas modificaciones con las mismas palabras en los unos como en las otras. Sin embargo,

generalmente no sucede así y no hay sinó la palabra *tubérculo* para designar indistintamente un tallo ó una rama hinchada y llena de fécula, pues una rama recogida sobre sí misma é hinchada como el bulbo, lleva el nombre de *esqueje* si nace en la axila de las escamas de un bulbo, como en el Lirio; el nombre de *bulbillo*, si nace sobre un tallo no bulboso. Los bulbos de los Tulipanes tienen en la axila de sus túnicas *esquejes*, mientras que la parte subterránea del Saxífrago granulado y la parte aérea del Lirio vivíparo llevan *bulbillos* en lugar de ramas.

Sin embargo, sucede algunas veces que las ramas no se parecen al tallo que las ha dado nacimiento. Como ejemplos, se pueden citar: 1.° La Patata, cuyas ramas aéreas se parecen completamente al tallo, mientras que las ramas subterráneas se hinchan, se llenan de fécula y constituyen lo que los botánicos llaman tubérculos (1), y 2.° el Pequeño Acebo *(Ruscus aculeatus)*, en el cual algunas ramas se aplastan y se parecen á hojas, mientras que el tallo y las otras ramas son redondeadas.

La disposición de las hojas sobre las ramas, hemos dicho, es la misma que sobre los tallos, y por consiguiente, cuando son opuestas sobre el tallo, lo son tambien sobre las ramas, y cuando están en espiral sobre el tallo lo están tambien sobre las ramas; pero en este último caso la espiral no siempre da vuelta en el mismo sentido sobre las ramas que sobre el tallo. Algunas veces, en efecto, la espiral de las hojas va de derecha á izquierda sobre el tallo y de izquierda á derecha sobre las ramas que produce. Los botánicos dicen que hay *homodromia*, cuando la espiral tiene la misma dirección en el tallo y las ramas, y *heterodromia*, cuando la espiral lleva dirección contraria.

Un hecho muy curioso de notar es que la hoja en cuya axila ha nacido la rama y que se llama por esta razon hoja madre, puede ser considerada como punto de partida de la disposición

(1) Si se recuerda que ya hemos llamado *tubérculos* á las raices de las Dalias que están cargadas de féculas, habremos visto que hay dos clases de tubérculos: unos que, como en la Patata, son tallos ó ramas, y otros que, como en las Dalias, son raices; la palabra tubérculo en general expresará, pues, para nosotros, todo órgano cargado de materias amiláceas.

de las hojas en la rama nacida en su axila. Así, por ejemplo, suponiendo que la disposición de las hojas sea 2/5 sobre el tallo, y sobre la rama, la primera hoja se encontrará á 2/5 de distancia de la hoja madre, sea á derecha, sea á izquierda.

Si las ramas no son sinó *tallos secundarios colocados sobre el tallo principal para tomar en él su alimento*, será posible separarlas de él y constituir plantas distintas é independientes, si se las pone en otro lugar donde puedan procurarse el alimento necesario. De ahí los procedimientos de multiplicación de las plantas por *acodos, injertos y estacas.*

ACODADURA — Cuando se observa con atención el desarrollo de un Fresal, se nota que en la primavera un gran número de ramas brotan de la axila de las hojas del tallo y se extienden arrastrándose en la superficie del suelo. Después se ven brotar de la parte de estas ramas que están en contacto con la tierra húmeda, algunas raicillas que crecen rápidamente, se hunden en aquella tierra húmeda y proporcionan á estas ramas todas las sustancias que les son necesarias para su desarrollo; desde entonces están aseguradas sus vidas, y cuando la base que las unía al tallo se destruye, forman, al lado de la planta madre, otras tantas pequeñas colonias.

Estas ramas, que al principio están unidas al tallo y que después llegan á ser independientes á causa de las raíces adventicias que les proporcionan todos los jugos que les son necesarios, constituyen lo que se llaman *acodos.*

No hay sinó un pequeño número de plantas en las que las ramas se acodan así naturalmente, porque no hay sinó un pequeño número cuyas ramas sean rastreras. Pero, así como una vez sorprendido el procedimiento de la naturaleza para crear plantas con raíces fasciculadas, hemos podido servirnos de él y transformar, para nuestras necesidades particulares, plantas de raíz vertical en plantas de raíces fasciculadas, lo mismo los jardineros, estudiando el acodo natural del Fresal y las circunstancias en que se produce, han podido imitar á la naturaleza y acodar plantas que no lo hubiesen hecho sin su socorro.

Los Claveles, por ejemplo, dan nacimiento á un gran número de ramas en la base del tallo; pero como estas ramas siempre son verticales, nunca estarían en contacto con la tierra si se abandonasen á sí mismas; jamás, por consiguiente, echarían raíces, ni formarían acodos; es decir, ni llegarían á ser independientes de la planta madre. ¿Qué hacen entonces los jardineros? Doblan todas estas ramas hácia el suelo y las fijan por procedimientos que varían, pero que todos tienen por fin poner una porción de estas ramas en contacto con la tierra húmeda y hacerlas, por consiguiente, echar raíces. Una vez desarrolladas estas raíces, las ramas tienen todos los medios para sustentarse; no tienen necesidad de los jugos que les pueda proporcionar el tallo que las sostenía: pueden separarse de él sin inconveniente; pueden ser destetadas, si puedo servirme de esta expresión, para constituir nuevas plantas.

Todas las plantas no tienen las ramas tan flexibles como los Claveles y no pueden por lo mismo doblarse hasta llegar á la tierra. El Laurel-rosa, por ejemplo, tiene sus ramas muy frágiles y muy rígidas; el menor esfuerzo que se hiciera para doblarlas las rompería en seguida. Sin embargo, los horticultores hacen un gran número de acodos de este arbusto y hé ahí como lo verifican: no pudiendo bajar las ramas hasta la tierra, elevan la tierra hasta las ramas. Para esto colocan en cada una de las ramas que quieren acodar una maceta; la llenan de tierra de manera que la rama quede rodeada en parte de su extensión, y se tiene cuidado de regarla frecuentemente para conservar siempre la tierra húmeda. Por este sencillo procedimiento, la porción de la rama encerrada en la maceta echa raíces adventicias en bastante número para alimentar por sí solas la rama: después de algunos meses, basta separarla del tallo y transplantarla.

Si este acodo se opera sobre árboles frutales como el Manzano, el Cerezo, etc., como las ramas están cubiertas de yemas de flores, forman cuando se las corta, es decir, cuando se las separa de la planta madre, pequeños árboles que son verdaderos enanos y que son muy buscados para adornar los jardines,

patios, etc., porque, aunque pequeños, se cubren de una multitud de flores.

Injerto por hendidura — Cuando se tiene un Manzano salvaje que da malas manzanas y se quiere hacerle producir buenas, manzanas de reina, por ejemplo, se le injerta; es decir, que después de haberle cortado la extremidad superior y de haberle hecho una ancha hendidura en el lugar del corte, se introduce en esa hendidura una rama sacada del Manzano de reina, que esté tallada en su base de manera que se adapte allí perfectamente.

¿Qué sucede entonces? La rama del Manzano de reina, que no estaba en el tallo del cual se sacó sinó para tomar allí su alimento, siendo transportada sobre otro tallo que igualmente le proporciona todos los jugos que le son necesarios, vivirá y continuará desarrollándose como si nada le hubiera pasado; habrá cambiado de nodriza, hé ahí todo. Y si la operación está bien hecha, formará un nuevo árbol de Manzano de reina tan bello como aquel de donde se sacó, y producirá manzanas de excelente calidad.

Multiplicación por estacas — En fin, hay vegetales cuyas ramas tienen bastante vitalidad para vivir por sí solas, de modo que, si después de haberlas separado de la planta madre, se las hunde inmediatamente en la tierra húmeda, echan rápidamente raíces adventicias, y constituyen entonces otros tantos vegetales independientes. Es de esta manera que se multiplican los Sauces, los Alamos, etc., y como estas ramas llevan el nombre de estaca, de ahí que este modo de multiplicación se llame *multiplicación por estacas*.

División de las ramas según su generación — Puesto que las ramas no son sinó *tallos injertados sobre el tallo principal únicamente para tomar allí su alimento*, y que, á su turno, cada una llega á ser tallo principal por la operación del injerto natural ó artificial, se comprende fácilmente cómo toda la his-

toria de las ramas se confunda con la historia del tallo, y que con frecuencia sea indiferente tomar la una por el otro. Sin embargo, para la explicación de algunos fenómenos particulares, los botánicos han creído conveniente distinguir en las plantas en que todas las ramas persisten, la edad relativa de estas ramas entre sí y con relación al tallo principal. Así, el tallo que sale del grano constituye para ellos la primera generación de la planta; las ramas que nacen inmediatamente del tallo constituyen la segunda generación; las ramas que nacen sobre estas ramas de segunda generación constituyen la tercera generación, y así en seguida: de modo que cuando un árbol está desarrollado, comprende un gran número de generaciones sucesivasy puede ser considerado como una aglomeración de individuos dependientes unos de otros y formando una gran familia. Esta manera de considerar la planta, por otra parte, no es nueva. ¿Toda vez que se quiere representar la genealogía de una familia, no nos servimos de la imágen de un árbol para ello? Y las palabras *árbol genealógico* ¿no son una expresión del lenguaje ordinario?

Ahora bien, hay plantas en las que se desarrollan varias generaciones sucesivas de ramas en el mismo año, mientras que hay otras en las que sólo se desarrolla una generación cada año. Todas las plantas anuales, es decir, todas las plantas que no viven sinó un año, están en la primera categoría; casi todos los árboles de nuestros países están en la segunda.

Resulta de esto que, como las flores no aparecen frecuentemente sinó sobre las ramas de la cuarta ó quinta generación, las plantas en las que varias generaciones sucesivas se desarrollan en un año, pueden florecer el año mismo en que nacen, mientras que nuestros árboles, que no producen ordinariamente sinó una sola generación de ramas cada año, nunca empiezan á florecer sinó después de cuatro ó cinco años de existencia.

MEDIOS DE HACER DESARROLLAR Á UN ÁRBOL VARIAS GENERACIONES DE RAMAS EN EL MISMO AÑO — Esta lentitud de

ramificación en los árboles, retarda mucho la florescencia y por lo mismo la producción de los frutos: de ahí que los horticultores hayan buscado desde hace mucho tiempo los medios de acelerarla, y hayan tratado de forzar á los árboles á producir varias generaciones en un año, como lo hacen naturalmente las plantas anuales.

La observación ha demostrado que, cuando las orugas roen en la Primavera todas las hojas de un árbol, este árbol no perece por esto; pero en cambio, las ramas que no debían desarrollarse sinó al año siguiente, brotan todas de una vez con nuevas hojas de las axilas de las hojas roídas, de manera que, por causa de este accidente, el árbol produce, en el mismo año, dos generaciones sucesivas en lugar de una.

Por otra parte, se había notado también que, cuando una vaca ó un cordero come en la Primavera la mayor parte de una jóven rama, se ven salir de las axilas de las hojas de la porción de rama que queda, nuevas ramas que no debían desarrollarse sinó al año siguiente, de modo que, por causa de este accidente, el árbol produce, como en el caso anterior, dos generaciones sucesivas en vez de una.

De ahí, dos procedimientos para hacer desarrollar á un árbol varias generaciones de ramas: ó bien deshojar el árbol, ó bien cortar las ramas jóvenes en parte de su extensión. El primer procedimiento no se emplea generalmente, porque debilita siempre al árbol, y en algunos casos puede hacerle perecer; pero el segundo ha sido empleado con mucha sagacidad por M. Sageret, quien ha podido, de ese modo, obtener frutos de Manzanos, desde el segundo año de su existencia.

Por la misma razón que cortando la extremidad de una planta, se la hace desarrollar inmediatamente un gran número de ramas, es que es de utilidad guadañear frecuentemente el césped para hacerlo más compacto y por lo mismo más hermoso.

Modo de terminación de las ramas — El tallo no se termina de la misma manera en todas las plantas. Así, en el Cere-

zo silvestre, el Tulipán, etc., se termina siempre, tarde ó temprano, por una flor; en los Pinos, Palmeras, Jacintos, etc., al contrario, se termina siempre por una yema: se llama *determinado* en el primer caso, é *indeterminado* en el segundo.

Las ramas también tienen estos dos modos de terminación, y por tanto, son determinadas ó indeterminadas, según que lleven en su extremidad una flor ó una yema. No se conocen plantas en las que el tallo y las ramas sean todos indeterminados; tampoco se conocen que presenten un tallo determinado y las ramas indeterminadas; pero hay muchas que tienen el tallo indeterminado y las ramas determinadas, como también se encuentra un gran número en las que el tallo y las ramas son determinados. El Trigo, la Capuchina, la Balsamina, y en general todas las plantas anuales, tienen su tallo y sus ramas determinados.

Pseudo-tallo ó Falso-tallo — La flor es el término de la vegetación. Cuando un tallo ó una rama ha terminado por una flor, no crece más, y si la planta continúa alargándose, es debido á que otras ramas vienen á unirse á las primeras. Si se sigue, por ejemplo, el modo de vegetación de la Viña, se verá que el tallo principal, después de haber dado nacimiento á varias hojas, se termina por un ramillete de flores y no crece más; pero en la axila de la última hoja nace una rama que crece rápidamente, obliga al ramillete de flores conque termina el tallo á cambiar su dirección, y ella parece ser entonces la continuación del mismo tallo. Muy luego esta rama de segunda generación sufre la suerte del tallo principal; después de haber producido algunas hojas, se termina por un ramillete de flores, que es echado á un lado por una rama de tercera generación, que parece continuar la rama sobre la que ha nacido, y por consiguiente el tallo mismo. Esto se repite varias veces, y se tiene entonces una especie de tallo compuesto de varias ramas de generaciones diferentes y sucesivas, colocadas unas en la extremidad de las otras, y que los botánicos llaman *pseudo-tallo*.

A primera vista este pseudo-tallo se parece á un tallo, pero

mirándole de cerca, se nota alguna diferencia. En el tallo, los ramilletes de flores nacen siempre en la axila de las hojas ó de órganos análogos, y por lo mismo, mirando debajo de ellos se observan siempre estas hojas ó al menos sus cicatrices; en el pseudo-tallo, al contrario, cada ramillete de flores, siendo la terminación del tallo ó de una rama, no debe presentar nada debajo del punto donde parece insertarse, debiéndose encontrar del lado opuesto la hoja en cuya axila ha nacido la rama usurpadora que ha forzado al ramillete á cambiar de dirección.

Verdadera y falsa dicotomia — En el Cerezo silvestre, el tallo principal termina por un ramillete de flores; pero de la axila del último par de hojas nacen dos ramas, que crecen rápidamente y forman una bifurcación en cuyo centro se encuentra un ramillete de flores. Esta bifurcación es llamada por los botánicos, *dicotomia*, y como las ramas de bifurcación son dos ramas de una misma generación, es una *verdadera dicotomia.*

En el Muérdago, sucede exactamente lo mismo, con la única diferencia que el tallo y las ramas no se terminan sinó por una flor.

En el *Geum urbanum*, el tallo principal lleva hojas alternas, y en la axila de cada una de estas hojas nace una rama que llega á ser muy pronto tan vigorosa como el tallo principal, le disputa la dirección vertical, le fuerza á inclinarse un poco sobre un lado, y resulta de esto una bifurcación en la que las dos ramas no son de la misma generación, pues una de ellas es el tallo principal y la otra la rama nacida sobre este mismo tallo. Esta bifurcación es lo que llaman los botánicos *falsa dicotomia*, y como lo que acabamos de decir de la bifurcación del tallo principal y de una rama de segunda generación, podemos repetirlo para la bifurcación de una rama de segunda generación y una rama de tercera generación, etc., la *falsa dicotomia* puede ser definida : *una bifurcación en la que las dos ramas son de generaciones diferentes.*

En las plantas de hojas alternas, nunca puede haber sinó falsas dicotomias; en las plantas de hojas opuestas, aunque fre-

cuentemente hay verdaderas dicotomias, excepcionalmente pueden existir las falsas. Supongamos, p. ej., que el tallo principal continúe creciendo y que una de las dos ramas que nacen en la axila de las dos hojas del mismo par, aborte ¿qué resultará? Una bifurcación producida por el tallo principal y por la rama que se ha desarrollado sola; por consiguiente, una bifurcación cuyas dos ramas son de generaciones diferentes, esto es, una falsa dicotomia.

Dirección de las ramas — La dirección de las ramas varía mucho segun las plantas, consistiendo en esta variación el diferente aspecto general ó porte de los vegetales. Así, las ramas del Alamo de Italia *(Populus fastigiata)* tienden á elevarse directamente hacia el cielo; las del Sauce llorón *(Salix babylonica)* se inclinan hasta la tierra por debilidad; las del Abeto *(Abies taxifolia)*, del Cedro *(Cedrus Libani)*, de las Araucarias de Chile *(Araucaria Dombeyi)*, del Brasil *(Araucaria brasiliensis)* se extienden horizontalmente, y el árbol se parece á una pirámide.

La dirección de las ramas varía también según la altura en la cual están insertas sobre el tallo. En general, se puede decir que las ramas superiores se alejan poco de la vertical, y las ramas inferiores poco de la línea horizontal, y en cuanto á las ramas intermediarias, se puede decir de un modo general, que forman con el tallo un ángulo de 45 grados. Estas diversas direcciones sobre el mismo individuo resultan, segun M. Mirbel, de causas físicas y fisiológicas. Las ramas inferiores, más voluminosas porque son más viejas; más largas no sólo por causa de su antigüedad, sinó también porque tratan continuamente de sustraerse á la sombra que proyectan sobre ellas las ramas superiores, se inclinan hacia el suelo por efecto de su propio peso. Las ramas superiores, flexibles, delgadas y sutiles obedecen, sin que nada les sirva de obstáculo, á ese movimiento de desarrollo que dirige sus extremidades hacia el cielo. Las ramas intermedias, sometidas más ó menos á esas causas diversas, se comportan como conviene á su situación.

Tendencia de las ramas hacia el cielo y hacia la luz — Puesto que las ramas no son sinó tallos secundarios injertados sobre el tallo principal únicamente para tomar allí su alimento, debemos encontrar en ellas las mismas aspiraciones hacia la luz y hacia el cielo que hemos observado en los tallos; y en efecto es así.

Si se examinan los árboles colocados en los bordes de los montes, se verá que del lado de donde viene la luz, las ramas están mucho más desarrolladas que del lado opuesto. Si se cultiva en una cueva una planta como la Patata, se verá que las ramas como el tallo, tienden todas hacia el respiradero que deja entrar algunos rayos de luz.

Si en algunas plantas, como en los Pinos y Abetos, las ramas se extienden horizontalmente, es debido, por una parte, al modo cómo se insertan sobre los lados del tallo, y á su rigidez por otra; y las pruebas de que las causas de ese fenómeno sean esas, son: 1.°, que mientras son jóvenes y flexibles, estas ramas se dirigen hacia el cielo; 2.°, que si se las corta y se las injerta por hendidura en seguida sobre el tallo, se elevan verticalmente como las extremidades que reemplazan; y 3.°, que si por algún accidente la extremidad ó, como dicen los horticultores, la flecha de un árbol, se destruyera, enderezando una de las ramas laterales y manteniéndola verticalmente durante algún tiempo, ésta acabaría por formar una nueva flecha que vendría á reemplazar la primera.

Arboles llorones — Este fenómeno de la tendencia de los tallos y las ramas hacia la luz y hacia el cielo, aunque muy general, presenta, sin embargo, algunas excepciones en los árboles llorones, como el *Sophora pendula*, el *Fraxinus pendula*, etc. Hace ya mucho tiempo que Payer ha constatado, por primera vez, que las ramas de estos árboles, después de haber obedecido en su juventud á la tendencia general de las plantas, es decir, después de haberse dirigido hacia el cielo y á la luz, cambian bruscamente de dirección y se inclinan hacia la tierra, no en razón de su flexibilidad, como el Sauce llorón, sinó eviden-

temente como si sufrieran una influencia directamente inversa de la que primitivamente habían sufrido, y como si *huyeran* del cielo y de la luz.

Ramas chuponas y ramas generosas (1) — En los árboles frutales, como el Manzano, el Peral, etc., los jardineros distinguen las *ramas chuponas* y las *generosas*. Las primeras se alargan mucho y presentan largos espacios entre los nudos vitales; nunca llevan flores. Las segundas, al contrario, son muy cortas; su superficie está llena de estrías circulares formadas por las cicatrices que dejaron las hojas cuando cayeron; en la primavera se cubren de flores.

Relaciones entre las ramas y las raíces laterales — Hemos visto anteriormente que, sin contar algunas excepciones, había siempre una relación íntima entre el tallo y el eje de la raíz, y que el uno estaba en relación de la otra. El crecimiento y desarrollo de las ramas y de las raíces tienen también algunas relaciones. Si se cortan de un árbol algunas ramas considerables, las raíces que corresponden á ellas sufren siempre y algunas veces perecen. Si se cortan las ramas para alinearlas, las raíces no se extienden más, y toman insensiblemente la forma que la tijera da al árbol. Si se corta la extremidad del tallo, las ramas laterales toman más vigor, como lo hacen las raíces laterales cuando se corta la extremidad del eje de la raíz. Recíprocamente, si las raíces de un árbol encuentran un terreno estéril, las ramas de este lado toman menos fuerza y muestran menos vigor.

YEMAS

Yemas — La *yema* no es sinó la primera edad de una rama:

(1) Por no encontrar el significado propio de *Branches bourses*, las he llamado *generosas*.

Nota del traductor.

todas las hojas están en ella recogidas sobre un eje extremadamente corto, y con frecuencia apenas están desarrolladas.

Yemas de ramas y yemas de flores — Se distinguen dos especies de yemas: *las yemas de ramas* y *las yemas de flores*. Las primeras son puntiagudas, no encerrando sinó hojas, y de ellas salen ramas, cuyos nudos vitales están muy separados. Las segundas son más redondeadas, contienen á la vez hojas y flores, y sus hojas, que son escasas, siempre están muy próximas entre sí: esto se puede observar en el Cerezo, Manzano, Peral, etc.

Yemas axilares y yemas terminales — Se encuentran las yemas: ó en las extremidades de los tallos y de las ramas, ó en las axilas de las hojas; de ahí dos especies de yemas: *las yemas terminales* y *las yemas axilares*. Unas y otras están compuestas de un eje que lleva hojas rudimentarias; pero las primeras continúan con su expansión el tallo ó la rama que terminan, mientras que las segundas producen nuevas ramas.

Yemas desnudas y yemas escamosas — Las yemas son *desnudas* ó *escamosas*. Son desnudas cuando todas las jóvenes hojas se parecen y al desarrollarse dan verdaderas hojas; son escamosas cuando sus hojas exteriores se modifican de tal modo, que toman la forma de escamas y caen poco después que la yema se abre. La mayor parte de las plantas herbáceas tienen yemas desnudas; la mayoría de los árboles de los países frios, al contrario, tienen yemas escamosas.

Las escamas están frecuentemente guarnecidas, por el interior, de un vello abundante, especie de pelusilla que llena los intersticios y que tiene por objeto proteger las hojas jóvenes del frio. Un jugo resinoso las une, además, en el Castaño, que no se fusiona sinó con los primeros rayos del sol de la primavera, y es cuando permite á la yema que se abra. Estas escamas cubren con tanta exactitud el rudimento del jóven retoño, gracias á la pelusilla y á la resina, que se han podido conservar

intactas en el agua, durante mucho tiempo, yemas caídas del árbol, cuya cicatriz se había cerrado.

ORÍGEN Y NATURALEZA DE LAS ESCAMAS DE LAS YEMAS — Aunque esas escamas siempre sean hojas modificadas, sin embargo no siempre es la misma parte de la hoja la que las forma. Así, en el *Acer pseudo platanus,* las escamas representan los limbos de las hojas exteriores que se han espesado; en el Fresno y el Grosellero, están formadas por peciolos de hojas cuyos limbos han abortado; en los Rosales, donde las estípulas son adherentes al peciolo de la hoja, están formadas por este peciolo, acompañado de sus dos estípulas adherentes, habiendo abortado igualmente el limbo; y por último, en los Avellanos, las primeras hojas abortan completamente, mientras que las estípulas de estas hojas persisten y forman escamas al rededor de la yema.

Entre las escamas de una yema y las hojas que ésta encierra, no hay siempre un límite perfecto. Frecuentemente se observan todas las formas intermediarias, y por consiguiente se puede determinar con certeza la naturaleza de esas escamas.

Que se deshoje, por ejemplo, una yema de Grosellero, y se notarán al principio escamas ovaladas, cuyo borde es perfectamente continuo en toda su extensión; después, escamas ligeramente escotadas en su vértice; más al interior, escamas que llegan á ser tanto más estrechas cuanto el limbo que las recubre llega á ser más desarrollado, y por último, hojas propiamente dichas.

Que se deshoje de la misma manera la yema de un Rosal, y se encontrarán, á medida que se penetre en el interior, las modificaciones sucesivas de las jóvenes hojas, esto es, las formas intermediarias entre ellas y las escamas. Las primeras escamas, en efecto, se parecen en cierto modo á las de un pescado; las escamas que vienen después, no difieren de ellas casi nada; pero, más adentro, un principio de foliolos aparece en el vértice de las escamas, después dos foliolos se colocan lateralmente, después cuatro, seis, y la hoja se recompone así por grados ante el ojo

del observador. Se observan las mismas transiciones en las yemas del Fresno y del Saúco.

YEMAS TEMPRANAS — En algunas plantas, las yemas, una vez nacidas, continúan creciendo sin interrupción y llegan á ser ramas, como sucede en todas las plantas anuales. En otras, aunque las yemas aparecen en la primavera, se detienen en su desarrollo casi en la misma época en que nacen, permanecen estacionarias durante mucho tiempo, y no se abren para dar las ramas sinó en la primavera siguiente: esto sucede en casi todos los árboles de nuestros países. Las primeras nacen y se desarrollan en la bella estación, y siempre son desnudas; las segundas, al contrario, expuestas á la vivacidad de la luz y del calor durante el verano, al rigor de la helada y de la niebla durante el invierno, son casi siempre escamosas. Decimos *casi siempre*, porque, en algunos arbustos, tales como el Sauquillo (*Virburnum lantana*) y la Cambronera (*Rhamnus frangula*), las yemas, aunque retardan mucho tiempo su desarrollo después de nacer, son sin embargo desnudas, organizadas de modo que pueden soportar sin perjuicio, desde su juventud, el calor del verano y el frío del invierno.

Las plantas cuyas yemas nacen sin interrupción se debilitan mucho y con mucha prontitud. A medida que las yemas se convierten en ramas, producen en la axila de sus jóvenes hojas otras yemas que se comportan lo mismo, es decir, continúan desarrollándose y producen ramas que llevan á su vez nuevas yemas; se ven, pues, sobre la planta, durante casi toda su vida, yemas de diferentes edades. Las plantas, al contrario, de *yemas durmientes*, si me es permitido llamarlas así, no se ramifican sinó muy lentamente. Todas las yemas nacen al mismo tiempo en la primavera y no se transforman en ramas sinó al año siguiente; no hay sinó una sola produccion de ramas en el año, y por consiguiente todas las ramas siempre tienen la misma edad: es muy fácil asegurarse de esto sobre los Perales, Manzanos, etc. Ya hemos indicado anteriormente de qué artificio se valió Mr. Sageret para hacer producir en el mismo año, á un árbol de esa naturaleza, dos generaciones de ramas en lugar de una,

forzando á las yemas nacidas en la primavera á salir de algún modo de su letargo y transformarse en ramas, el mismo año de su nacimiento.

Algunos árboles de nuestros países producen, sin embargo, normalmente dos generaciones de ramas cada año, aunque deben ser colocados sin duda alguna en medio de las plantas de *yemas durmientes*: estos son el Durazno y la Viña. Si se observan las ramas de estas plantas al fin del verano, se las verá cubiertas de yemas escamosas durmientes, que presentan mucha analogía con las de los Perales, y que después de quedarse casi estacionarias durante el otoño y el invierno, se abren en la primavera siguiente. Pero, mientras que en los Perales estas yemas que se convierten en ramas no llevan en la axila de sus jóvenes hojas sinó yemas que se comportarán como ellas, es decir, que quedarán estacionarias todo el fin del año y no se abrirán sino al año siguiente, en la Viña y el Durazno estas yemas, que han pasado el invierno aletargadas, crecen rápidamente, convirtiéndose en ramas, y llevan en la axila de sus jóvenes hojas otras yemas que, en lugar de quedar estacionarias como sus predecesoras, crecen sin interrupcion y producen nuevas ramas. Hay, pues, cada año dos generaciones de ramas, proviniendo: una, de las yemas escamosas nacidas el año precedente y que han dormido, y otra, de las yemas nacidas en la primavera y que inmediatamente se han desarrollado. Estas yemas que nacen así en el Durazno, en la axila de las jóvenes hojas de las yemas escamosas, y que se desarrollan en seguida, han sido llamadas por los horticultores, *yemas tempranas*, y á su turno, las ramas que provienen de éstas, son las que dan nacimiento á las yemas durmientes.

Yemas adventicias — Además de las yemas que nacen en la axila de las hojas ó terminan las extremidades de los tallos y de las ramas, se ven con frecuencia otras que aparecen sobre otros puntos, sea habitualmente, sea en circunstancias excepcionales. Estas yemas anormales, si puedo expresarme así, puesto que no se puede prever con anterioridad dónde se

mostrarán, se llaman *yemas adventicias*. Se desarrollan sobre las raíces ó sobre los tallos, algunas sin ninguna razón aparente, pero con frecuencia á causa de heridas hechas en esas raíces ó en esos tallos.

Así, un gran número de árboles, tales como los Zumaques, el Alamo blanco, llamado vulgarmente Blanco de Holanda, el Alamo común, la falsa Acacia, tienen raíces leñosas que corren horizontalmente debajo de la tierra, muy cerca de su superficie, y dan nacimiento, sobre puntos que no se pueden determinar con anterioridad, á yemas adventicias que dan raíces y reproducen un vegetal semejante á aquel de donde provienen. Este es el modo de multiplicación más común de los árboles, que se llaman por esta razon *árboles de raíces rastreras*, y frecuentemente su multiplicación es ilimitada, cuando el suelo se deja fácilmente penetrar por las raíces.

M. Mirbel dice haber visto, en menos de diez años, tierras aradas, talmente infectadas por los diversos retoños adventicios de Blancos de Holanda, que ha sido necesario derribar esos árboles, bajo pena de ser desapropiadas esas tierras por ellos, y tener mucho cuidado para verse libres de su famélica posteridad.

Así también ha visto: que si un carruaje conducido por un hombre inhábil hiere ó desgarra el tronco de un árbol, nacen muy pronto, de la parte desgarrada, numerosas yemas adventicias, que se convierten en seguida en ramas; y también que si un cultivador, estando en su trabajo, encuentra la raíz de un árbol y la hiere, pocos dias después la superficie herida se cubre de raíces adventicias.

Desmoches y cortes en las plantas — La propiedad que tienen la mayor parte de los árboles de producir, en las heridas que les son hechas, un gran número de yemas adventicias, ha sido utilizada en provecho del cultivo.

Cuando se quiere, por ejemplo, plantar un monte, se colocan todos los jóvenes piés, llamados plantones, á cierta distancia unos de otros, de modo que no se dañen en su crecimiento.

Si se les abandona en seguida á sí solos, cada pié llegará á ser un árbol y el monte un bosque; pero si se les *desmocha,* es decir, si se les corta á flor de tierra, se producirá por causa de esta decapitación una ancha herida que se cubrirá muy pronto de yemas adventicias; éstas se extenderán inmediatamente convirtiéndose en ramas, y cada pié que, si no hubiese sido desmochado, hubiera dado un árbol, llegará á ser una *cepa*, de la cual partirán numerosas ramas, todas de la misma edad y de la misma fuerza. El monte ya no será un bosque, será un *soto,* y si después de algunos años se repite sobre las ramas adventicias la misma operación que sobre el tallo primitivo, es decir, si se las *desmocha*, la cepa se cubrirá á cada desmoche de mayor número de yemas adventicias y por tanto de mayor número de ramas.

En los países donde se cultivan los Sauces para hacer horquillas, se proponen obtener un gran número de ramas, todas de la misma dimensión, lo que consiguen desmochando los plantones. Hé aquí en qué consiste esta operación: cuando un Sauce tiene algunos años, se le corta á flor de tierra ó sólo en la extremidad superior; resulta de esto una herida ancha, cuya superficie se cubre de yemas adventicias que, siendo todas de la misma edad, forman más tarde ramas del mismo grosor y de la misma longitud. Cuando estas ramas tienen el grosor y largo suficiente para hacer horquillas, se las corta en su base, y se hacen, por consiguiente, otras tantas heridas nuevas, que se recubren del mismo modo, de un gran número de yemas adventicias. Cuando esta operación ha sido repetida varias veces, el Sauce está como coronado, en su extremidad un poco hinchada, por una multitud de ramas que le dan un aspecto muy particular, y que no lo hubiese presentado sin este modo particular de cultivo.

También por este procedimiento es que se obtienen los ramos flexibles de mimbres, para hacer cestos, ramos que deben ser numerosos y del mismo tamaño.

Todo el mundo conoce ese Alamo qne se llama vulgarmente Alamo de Italia, y cuyo nombre botánico es *Populus fastigiata*.

Si se abandonara á sí mismo, su tallo se elevaría siempre, no produciendo en toda su longitud sinó algunas ramas, y como este árbol, aunque crece rápidamente no puede derribarse antes de veinticinco años si se quieren tener maderas de algún valor, muy pocos lo cultivarían; el beneficio sería escaso para el tiempo que hay que esperar. ¿Qué hacen entonces los habitantes de la campaña donde estos Alamos crecen en gran número? Todos los años podan, es decir, cortan todas sus ramas. De ahí un gran número de heridas, que todas se cubren de yemas adventicias, y allí donde no habría sinó una rama, se ven nacer ocho ó dież. Se tiene por esta operación la doble ventaja de multiplicar considerablemente el número de ramas y de tenerlas todas de la misma dimensión, de modo que pueden servir para hacer cercos, estacas ó simplemente de leña para el fuego. Este es, pues, además del producto final que se obtendrá de la venta de los árboles cuando se les corte, un producto periódico en cada cinco años, que tiene también su valor.

Esta propiedad que tienen las plantas de producir un gran número de yemas adventicias sobre las heridas, explica el por qué, cuando se quieren limpiar los alrededores de un jardin, es necesario desarraigar completamente las malas yerbas y no contentarse con *rastrillar*, sirviéndome de una expresión de los jardineros, pues rastrillando se corta solamente la extremidad superior de las plantas, y como las heridas que de esto resultan se cubren muy pronto de un gran número de yemas adventicias, no se tarda en ver multiplicarse al céntuplo lo que quería destruirse.

YEMAMIENTOS. RETOÑOS — En cierta época de la primavera, que varía según las plantas, las yemas durmientes salen de la especie de letargo en que parecían estar durante el invierno; se entreabren, se alargan y separan sus envolturas; las escamas exteriores caen, las interiores crecen un poco, acompañan durante algún tiempo al jóven retoño y acaban por caerse como las otras; las hojas se agrandan y se despliegan gradualmente. De la base al vértice los entrenudos se alargan de más en más;

el más inferior primero, el que está colocado inmediatamente encima, en seguida; después el tercero, y los otros lo mismo en el órden de superposición. Sólo cuando todos estos entrenudos han concluido su desarrollo, y son todos sensiblemente iguales entre sí, es que las yemas han llegado á ser *ramas;* hasta allí, las yemas, en vía de crecimiento, llevan el nombre de *retoños.*

El tiempo que dura el desarrollo de los retoños, en la mayor parte de los árboles de nuestros climas, es de seis semanas, cuando más. A medida que el retoño se desarrolla en longitud, aumenta en grosor. Continúa engrosando cuando ha cesado de alargarse.

Cuando las yemas nacen bajo la tierra, ordinariamente son más pálidas y más carnosas. Los retoños que forman por su desarrollo tienen un carácter muy especial, del cual puede dar una idea exacta el Espárrago, en el estado en que se come. Los botánicos han creído conveniente dar un nombre á esta especie de retoño, y le han llamado *turion.* (1)

NATURALEZA FISIOLÓGICA DE LAS YEMAS — Puesto que las yemas que nacen en la axila de las hojas y que se llaman *yemas axilares*, están destinadas, desarrollándose, á dar nuevas ramas, podemos decir sin temor de equivocarnos que esas yemas no son sinó ramas rudimentarias; por lo mismo, todo lo que hemos dicho de las ramas en cuanto á sus relaciones con el tallo, sobre el cual están colocadas, puede, con mucha razón, repetirse para las yemas.

Es evidente, pues, que las yemas no están colocadas sobre el tallo sinó para tomar allí su alimento y convertirse en ramas.

De este hecho pueden deducirse dos consecuencias im-

(1) Hemos hablado anteriormente de las yemas adventicias que nacen sobre las raíces de los Zumaques, de las falsas Acacias, y en general de todos los árboles de raíces rastreras; estas yemas adventicias, agrandándose, llegan á ser verdaderos turiones. Los horticultores las llaman algunas veces *chupones* ó *hijuelones*.

NOTA DEL AUTOR.

portantes. La primera es que si se puede, sea naturalmente, sea artificialmente, dar á una yema los medios de alimentarse por sí misma ó por intermedio de otra planta, se podrá, sin perjuicio para ella, separarla de la planta sobre la cual ha nacido. La segunda es que si se teme que el alimento absorbido en la tierra, por el tallo principal, no sea suficiente para alimentar todas las yemas, se podrá con gran provecho suprimir algunas de ellas, á fin de que el número de los convidados sea menor y que la cantidad de alimentos sea mas considerable para los que quedan.

Desarrollemos estas consecuencias con algunos ejemplos.

Vegetación de la Ficaria — Cuando se observa atentamente el modo de vegetación de la Ficaria (*Ficaria ranunculoides*,) planta que florece al principio de la primavera, se nota que el tallo, después de haber florecido, da nacimiento en la axila de cada una de las hojas de su base, á una yema pequeña. En lugar de desarrollarse como en muchas otras plantas, esta pequeña yema se hincha y se llena de jugos nutritivos, de modo que, cuando la planta madre sobre la que ha nacido viene á morir, puede vivir independientemente de ella, pues la cantidad de jugos que ha acumulado le basta para su desarrollo ulterior.

Hé ahí, pues, una yema que no ha tenido necesidad del tallo sobre el cual ha nacido para continuar viviendo y para desarrollarse, puesto que antes de la muerte del tallo, ha podido proveerse de los jugos necesarios para alimentarse por sí misma.

Injerto por escudo — Por otra parte, cuando se quiere hacer producir á un Rosal salvaje rosas más bellas (por ejemplo: rosas de Bengala), se le *injerta por escudo*, es decir, se toma una yema del Rosal de Bengala y se la aplica sobre el Rosal salvaje. Si el procedimiento de aplicación es tan perfecto, que la yema del Rosal de Bengala pueda absorber los líquidos contenidos en el Rosal salvaje sobre el cual se ha colocado, esa yema se desarrollará del mismo modo que si hubiera

quedado sobre el Rosal de donde se ha sacado y dará rosas del todo semejantes á las que él hubiera producido, es decir, rosas de Bengala. En esta operacion, por consiguiente, la yema no ha cambiado de naturaleza, pues ha conservado todas sus propiedades; solamente ha cambiado de nodriza.

Poda — Desyemamiento — En fin, casi todo el mundo ha oído hablar de la *poda de los árboles frutales* y del *desyemamiento*. Estos procedimientos de horticultura no tienen sino un fin, el cual consiste en suprimir cierta cantidad de yemas, para que el alimento absorbido por el tallo principal no se reparta sinó entre un pequeño número de ellas y sea por tanto más abundante relativamente.

En la *poda* se corta la rama muy cerca de su punto de inserción, de modo que no quedan sobre la parte restante sinó dos ó tres yemas, las que aprovechan entonces todo el alimento que debió ser llevado á las numerosas yemas que estaban insertas en toda la extensión de la parte sacada de la rama.

El *desyemamiento* se hace en la primavera y en el otoño: en la primavera consiste en el levantamiento de cierto número de yemas, cuya expansión ha comenzado ya: en el otoño, consiste también en el levantamiento de cierto número de yemas, pero antes de empezar la expansión.

Proporción relativa entre las yemas y las ramas — Se puede decir de un modo general que siempre hay, cuando menos, una yema en la axila de cada hoja, de modo que si todas esas yemas se dasarrollasen convirtiéndose en ramas, se tendrían al menos tantas ramas como hojas. Pero para que fuera así, sería necesario que ninguna yema se perdiera. Generalmente las yemas situadas en la base del tallo se atrofian y desaparecen, porque los jugos alimenticios tienden siempre á dirigirse hacia el vértice de la planta, hacia las yemas superiores.

Procedimiento para hacer desarrollar las yemas in-

FERIORES — Pero como frecuentemente es preferible que esas yemas inferiores se desarrollen, pasando á ser ramas, más bien que las superiores, los horticultores han ensayado varios procedimientos para favorecer su crecimiento. Los dos principales son : la *poda*, de la que ya hemos hablado, y el *entierro*. Por la poda, se suprimen todas las yemas superiores, y los jugos nutritivos, por consecuencia, son necesariamente forzados á dirigirse hacia las yemas inferiores y á contribuir por lo mismo á su desarrollo. Por el *entierro*, que consiste en ocultar parte del tallo con tierra, se obliga á éste á producir raíces adventicias, que aparecen con preferencia en la base de las yemas inferiores que están enterradas, y entonces recibiendo éstas suficiente cantidad de alimentos, no dejan de desarrollarse.

Comparad, por ejemplo, los Cereales sembrados en el otoño con los que han sido sembrados en la primavera. Los primeros dan mayor número de ramas que los segundos, y la razón de esto es fácil de comprender. Los Cereales sembrados en el otoño crecen con mucha lentitud; sus merítalos, es decir, las porciones del tallo comprendidas entre dos hojas consecutivas, son muy cortas y están acostadas en la superficie del suelo; por consiguiente, todas las yemas que nacen en las axilas de las hojas están en contacto con la tierra húmeda, echan raíces adventicias y de ahí que se conviertan en otras tantas ramas, es decir, en otras tantas espigas. Los cultivadores dicen entonces, que el trigo *brota*, es decir, que arroja vástagos ó ramas por el pié. Los Cereales sembrados en la primavera, al contrario, bajo la influencia de una temperatura favorable, crecen con rapidez; se elevan verticalmente y todas las yemas que nacen en las axilas de las hojas, hallándose á cierta distancia de la tierra húmeda, no echan raíces adventicias y por lo mismo se atrofian ó abortan.

Para que los Cereales reporten ventaja, es, pues, útil *enterrarlos*, y hé ahí por qué, poco tiempo después de haber germinado, los cultivadores hacen pasar sobre el campo sembrado un rollo de madera que hunde las jóvenes plantas á más profundidad, al mismo tiempo que mejora la tierra desmenuzándola.

Metamórfosis de las yemas en espinas — La yema, hemos dicho, se compone de un gran número de jóvenes hojas, insertas sobre un eje extremadamente corto. Ahora bien, sucede en algunas plantas, que estas hojas abortan completamente, y que el eje se alarga convirtiéndose en una punta acerada llamada *espina*. El *Hippophaë rhamnoides*, el *Mespilus oxyacantha*, tienen estas especies de espinas. El Níspero (*Mespilus germánica*), que tiene estas espinas cuando crece en estado salvaje, no las tiene cuando crece en los jardines, donde es cultivado con cuidado; todas las espinas son reemplazadas entonces por yemas, ó en otros términos, ninguna yema se ha transformado en espina.

Si se recuerda lo que hemos dicho de las hojas de los *Berberis*, que en ciertas circunstancias se reducen á sus nervios, y entonces parecen compuestas de varias puntas aceradas, que se llaman igualmente *espinas*, nada será más fácil de definir que la palabra *espina*: significará todo ó parte de un órgano que se ha transformado en punta acerada.

Aguijones — No se deben confundir las espinas con los *aguijones*. Las espinas, siendo órganos transformados, ocupan una posición determinada sobre el tallo, están unidas á él con solidez y es muy difícil por tanto separarlas. Los aguijones no son sinó producciones superficiales, se despegan fácilmente sin herir la rama en que están colocados y no nacen en ningún lugar que *á priori* se pueda determinar, sinó que, al contrario, se encuentran por doquiera. Los Talas, los Espinos-Acederas, tienen espinas; las Rosas tienen aguijones.

PREFOLIACIÓN

Las hojas no están dispuestas en las yemas de la misma manera en todas las plantas, sea que se las considere aisladamente, sea que se las considere en su conjunto. Los botánicos designan las diversas disposiciones de las hojas en las yemas con el nombre genérico de *prefoliación*, y distinguen varias especies de ellas.

No considerando desde luego sinó las hojas aisladas, la prefoliación puede ser *plegada, involutada, revolutada, convolutada, reclinada, circinada* y *conduplicada.*

Es *plegada*, cuando las diversas partes de la hoja están plegadas un cierto número de veces, á la manera de un abanico, (ej.: Alamo blanco, Arce, Viña, Grosellero).

Es *involutada*, cuando las dos mitades de la hoja están dobladas sobre sí mismas hacia dentro, es decir, sobre su cara superior, (ej.: Alamo, Peral, Saúco, Madreselva).

Es *revolutada*, cuando las dos mitades de la hoja están arrolladas sobre sí mismas hacia fuera, es decir, sobre su cara inferior, (ej.: Laurel-Rosa, Romero, Acedera).

Es *convolutada*, cuando la hoja se enrosca sobre sí misma como una corneta, (ej.: Albaricoque, Ciruelo, Espino-Acedera).

Es *circinada*, cuando la hoja se enrosca del vértice á la base en forma de cayado, (ej.: Helechos).

Es *conduplicada*, cuando la hoja se pliega en su longitud, de modo que una de sus mitades se aplica exactamente contra la otra, (ej.: Encina, Yedra, Almendro).

Es *reclinada*, cuando la hoja se pliega transversalmente de modo que su parte superior esté aplicada sobre su parte inferior, (ej.: Acónito).

Considerando ahora la disposición de las hojas en la yema, en su conjunto, ó sea: unas con relación á las otras; la *prefoliación* puede ser *imbricada, equidistante* y *semi-equidistante.*

Es *imbricada*, cuando las hojas más externas recubren á las internas, (ej.: Laurel).

Es *equidistante*, cuando cada hoja, siendo conduplicada, abraza entre sus dos mitades á las otras hojas más internas, (ej.: Lirio).

Es *semi-equidistante*, cuando cada hoja, siendo conduplicada, recibe en su pliegue la mitad de otra hoja plegada del mismo modo, (ej.: Clavel, Saúco).

PEDÚNCULO, BRÁCTEAS

Hemos visto ya, que los tallos ó las ramas son *determinados ó indeterminados*, según que terminen por una flor ó por una yema. Cuando son determinados, sucede frecuentemente que, en una parte de su extensión, son completamente desnudos, ó no llevan sinó hojas completamente diferentes de las otras por su color, su forma y dimensiones. Esta parte del tallo ó de la rama que presenta esos caracteres, y que se llama vulgarmente la *cola de la flor*, lleva en botánica el nombre de *pedúnculo* ; y las pequeñas hojas modificadas que se notan en su superficie, el de *brácteas*.

El tallo no se transforma nunca en pedúnculo sinó en parte de su extensión, y se comprende fácilmente la razón de esto, puesto que las hojas son necesarias para la vida de la planta. Las ramas, al contrario, se transforman, con frecuencia, totalmente en pedúnculos. Así, en la Vincapervinca (yerba doncella), las ramas que nacen en las axilas de las hojas del tallo y que llevan la flor, están enteramente desnudas y son por lo mismo pedúnculos. Así también en la Violeta, las ramas que nacen en las axilas de las hojas del tallo y que llevan la flor, no tienen sinó brácteas, y por consiguiente son de la misma manera pedúnculos.

Estas brácteas, que nacen en la longitud de un pedúnculo, son: unas estériles y otras fértiles. Cuando son fértiles, dan nacimiento á otros pedúnculos, que son por consiguiente de una generación diferente, y que, á su turno, pueden igualmente ramificarse, de manera que el pedúnculo primitivo lleva un verdadero ramillete de flores. Cuando esto sucede, los botánicos designan con el nombre de *pedunculillos* á los pedúnculos pequeños que se terminan cada uno por una flor, y conservan el nombre de pedúnculos para aquellos que llevan estos pedunculillos.

SUSTENTÁCULO — Hemos visto anteriormente que algunas plantas tienen un tallo tan corto, que sale apenas de la tierra pa-

ra producir una roseta de hojas, y que los botánicos descriptores las designan con el nombre de *acaules*. Ahora bien, en estas plantas se ve, en el momento de la floración, salir del centro de esta roseta uno ó varios pedúnculos. Linneo dió el nombre de *sustentáculos* á esos pedúnculos que se parecen completamente á todos los otros, y que son: ya la extremidad del tallo principal, ya ramas nacidas en la axila de sus hojas. Ciertamente este nombre se hubiera ya olvidado, si no tuviese por autor tan gran naturalista.

NATURALEZA MORFOLÓGICA DE LAS BRÁCTEAS—Hemos dicho anteriormente, que las escamas no eran sinó hojas modificadas, y lo mismo podemos repetir con respecto á las brácteas. En efecto, así como se encuentran en el Grosellero todos los intermediarios entre las escamas de las yemas y las hojas propiamente dichas, también se encuentran en el Heléboro fétido y en muchas otras plantas, todas las transiciones entre las hojas más completas y las brácteas más reducidas. Es una observación á la vez recreativa é instructiva, el seguir gradualmente todos los pasajes desde las hojas profundamente recortadas del tallo, hasta las brácteas en forma de escamas que acompañan á las flores. Se ve poco á poco que el limbo disminuye, y á medida que el peciolo se agranda y se extiende, se va adquiriendo la certeza de que, en esta planta, la bráctea representa nó la hoja toda entera, sinó solamente su peciolo aumentado y extendido. Se nota igualmente, con el mismo procedimiento, que las brácteas de los Groselleros representan el peciolo de la hoja, acompañado de sus dos estípulas adherentes, y las de las Magnolias, las dos estípulas reunidas de una hoja cuyo limbo y peciolo han abortado.

DISPOSICIÓN DE LAS BRÁCTEAS SOBRE EL PEDÚNCULO — Puesto que las brácteas no son sinó hojas modificadas, deben presentar las mismas disposiciones que estas sobre el tallo: pueden, pues, ser alternas, opuestas ó verticiladas. Ordinariamente conservan, en cada especie, la misma disposición que las

hojas propiamente dichas; así, los Sauces, cuyas hojas son opuestas, tienen también sus brácteas opuestas; y las Brezas, cuyas hojas son verticiladas, tienen también sus brácteas en verticilo. Algunas plantas, sin embargo, tienen hojas alternas y brácteas opuestas (ej.: *Campanula erinus)* ó verticiladas (ej.: *Euphorbia segetalis)*.

METAMÓRFOSIS DE LAS BRÁCTEAS — No siendo las brácteas sinó hojas modificadas, están sujetas á las mismas metamórfosis: se transforman como ellas en espinas y zarcillos.

CALÍCULO. INVÓLUCRO — Cuando el pedúnculo es muy largo, las brácteas están bastante distantes entre sí; al contrario, cuando es muy corto, están tan próximas que forman una roseta, en cuyo centro están las flores. Diferentes nombres han sido aplicados á estas rosetas de brácteas. Nosotros no conservaremos sinó los de *calículo* é *invólucro:* el primero para las rosetas de brácteas que no encierran sinó una sola flor, como en los Claveles, y que sirve de doble cáliz á esta flor; el segundo para las rosetas de brácteas que encierran varias flores, como en las Compuestas y algunas Umbelíferas.

Hemos visto anteriormente que en el Lúpulo, donde las hojas son opuestas, las estípulas que allí son contiguas de un mismo lado del tallo se reunen entre sí, aunque no pertenecen á la misma hoja, y forman una especie de estípula única, cuya extremidad frecuentemente bilobulada indica su origen binario. En el calículo del Fresal se observa algo análogo: cada división no representa una bráctea, sinó que resulta de la reunión de dos estípulas vecinas. Es fácil convencernos de esto, examinando un gran número de ejemplos, pues no es raro encontrar, sea sobre la misma flor, sea sobre flores diferentes, divisiones del calículo enteras, otras ligeramente escotadas en su vértice, otras bífidas, otras bipartidas. Algunas veces también, las dos estípulas, que frecuentemente por su reunión forman cada división del calículo, son libres hasta la base, y entonces en lugar de cinco divisiones, el calículo presenta diez, agrupadas de á dos.

ESPATA — En el *Arum maculatum* (Pié de becerro), las flores están, en su juventud, envueltas por una gran bráctea que en el momento de su aparición se entreabre y forma encima de ellas una especie de nicho. En las Cebollas, las jóvenes flores están lo mismo envueltas en un saco formado por una ó dos brácteas, según las especies, que se desgarra en dos después de la floración. Estas brácteas que así envuelven completamente las flores en su primera edad, llevan el nombre de *espata* ó *garrancha*.

GLUMAS — En fin, en el Trigo, la Avena, y en general en todas las Gramíneas, existen, en la base de cada grupo de flores, dos brácteas opuestas, que son delgadas, secas, frecuentemente figurando navecillas, y armadas de apéndices delgados, duros y puntiagudos que se llaman *aristas*. Estas brácteas se llaman *glumas*.

COLOR DE LAS BRÁCTEAS — En general, las brácteas no son verdes como las hojas: toman ya el color mismo de la flor, como se observa en el Sándalo *(Origanum vulgare)*; ya un color diferente, como en las *Salvia splendens* é *involucrata*, la *Musa coccinea*, el *Bougainvillea spectabilis*, cuyos colores resplandecientes sobrepasan de tal manera al color de la flor, que puede decirse con mucha razón, que estas plantas no son cultivadas en los jardines como plantas de adorno sinó á causa de sus brácteas ; lo mismo puede decirse de la Santa-Rita, cuyas brácteas, que acompañan á sus diminutas flores, tienen un hermoso color rosa.

LO QUE LLEGAN Á SER LAS BRÁCTEAS DESPUÉS DE LA FLORACIÓN — Después de la floración, las brácteas caen ó persisten. Cuando persisten, sufren tales modificaciones de forma y estructura, que sólo con dificultad puede reconocerse su naturaleza primitiva. En efecto, pequeñas brácteas reunidas íntimamente entre sí, forman la cúpula leñosa de la bellota en las Encinas, la envoltura foliácea de la Avellana, y la caja espinosa

que encierra el fruto del Castaño; y brácteas de mayor tamaño, leñosas y separadas entre sí, forman los conos fructíferos de los Pinos, de los Abetos y de los Alerces.

INFLORESCENCIA

Las flores no están dispuestas del mismo modo en todas las plantas: la disposición particular que afectan en cada una de ellas, es lo que se llama su *inflorescencia.*

La inflorescencia puede ser *solitaria* ó *agrupada.* Es *solitaria*, cuando las flores están separadas unas de otras por hojas. Es *agrupada*, cuando no están separadas sinó por hojas modificadas,—las brácteas,—ó cuando no hay en medio de ellas órgano apendicular alguno.

Por otra parte, sean las flores solitarias ó estén en grupos, la inflorescencia puede ser *definida* ó *indefinida.* Es *definida*, cuando el número de flores de la misma generación es talmente determinado, que se puede calcular *á priori* de alguna manera; es *indefinida*, cuando el número de flores de la misma generación es indeterminado y varía según el vigor de la planta.

A — FLORES SOLITARIAS

a — Inflorescencia indefinida

Las flores solitarias en inflorescencia indefinida, pueden ser: *terminales* ó *axilares.*

Son *terminales*, cuando están colocadas en la extremidad de un ramo provisto de hojas.

Son *axilares*, cuando están colocadas en la axila de las hojas, sobre un ramo desprovisto de ellas, que se llama *pedúnculo.*

b — Inflorescencia definida

Las flores solitarias en inflorescencia definida, pueden ser: *en dicotomia* ú *opositifoliadas.*

Flores solitarias en dicotomia — En la Anagalide, las flores son solitarias y las hojas son opuestas. El tallo se termina por una flor. En la axila de las dos últimas hojas opuestas de este tallo, nacen dos ramas, que imitando al tallo, se terminan por flores; de cada una de estas dos ramas de segunda generación, nacen igualmente otras dos ramas ya de tercera generación, y que á su vez se comportan lo mismo que las precedentes. Resulta de aquí: que cada flor es *solitaria* en medio de una bifurcación ó de dos ramas que nacen en *dicotomia*; y que la inflorescencia es *definida*, puesto que el número de flores de una misma generación es claramente determinado. No hay sinó una flor de primera generación, hay dos de segunda, cuatro de tercera, ocho de cuarta, etc.

Flores solitarias opositifoliadas — En el *Nemophila phacelioides*, las hojas son alternas. El tallo principal se termina por una flor. En la axila de la última hoja nace una rama de segunda generación, que parece continuar al tallo principal; esta rama produce varias hojas, se termina á su turno por una flor, y da nacimiento en la axila de su última hoja á una rama de tercera generación, que se comporta del mismo modo á su vez, es decir, que después de haber producido algunas hojas, se termina por una flor y da nacimiento á una rama de cuarta generación, etc.

En esta planta las flores son *solitarias*, pues todas están separadas entre sí por hojas; la inflorescencia es *definida*, pues el número de flores de la misma generación es claramente determinado y se reduce aquí á su más simple expresión, pues nunca hay sinó una sola flor en cada generación.

Cuando el ramo que ha nacido en la axila de la última hoja se desarrolla, fuerza á la flor terminal cerca de la cual ha nacido, á doblarse hacia el lado opuesto de la última hoja, de modo que cada flor queda diametralmente opuesta á su última hoja. De ahí el nombre de *flores solitarias opositifoliadas*.

B—FLORES DISPUESTAS EN GRUPOS

En las flores dispuestas en grupos, el pedúnculo general que sostiene todas las flores en cada grupo, lleva el nombre de *eje principal de la inflorescencia*, y todos los otros son designados según su orden de generación. Así, todos los pedúnculos que están insertos sobre el eje principal de la inflorescencia, son de segundo grado; todos los que nacen sobre los pedúnculos de segundo grado, son de tercer grado; etc., etc.

Por otra parte, la inflorescencia en cada uno de estos grupos, puede ser *definida* ó *indefinida*, como en las flores solitarias. Puede además ser *mixta*, es decir, *definida* en una parte de su extensión, é *indefinida* en la otra.

a — Inflorescencia definida

Los diversos grupos de flores cuya inflorescencia es definida, son: la cima bípara, la cima unípara y la cima contraída.

CIMA BÍPARA — Si se recuerda lo que hemos dicho de la *verdadera dicotomia*, al hablar del Cerezo silvestre, ó mejor aún, si se recuerda lo que se llama *flores solitarias en dicotomia*, será muy fácil comprender lo que los botánicos entienden por *cima bípara*.

Tomemos, para ejemplo, el *Gypsophila paniculata*. Sus flores están en grupo, pues encontramos varias en conjunto, que solamente están separadas por brácteas. Pero cada uno de estos grupos, es una sucesión de verdaderas dicotomias. El eje principal de la inflorescencia, en efecto, ántes de terminarse por una flor, da nacimiento, en la axila de sus dos brácteas opuestas, á dos ejes secundarios que se comportan cada uno como el eje principal de la inflorescencia sobre el cual han nacido, es decir, llevan dos brácteas opuestas en la axila de las que nacen dos ejes terciarios; y así sucesivamente.

Cada uno de estos grupos, compuestos de una sucesión de verdaderas dicotomias, es una *cima bípara*.

CIMA UNÍPARA — Si se recuerda ahora lo que hemos dicho al hablar de la falsa dicotomia en el *Geum urbanum*, ó mejor si se recuerda lo que se llama *flor solitaria opositifoliada*, será igualmente fácil comprender lo que los botánicos llaman *cima unípara*.



Fig. 10. — Cima unípara escorpióide de Beleño. (*Hyoscyamus niger*)

Tomemos, para ejemplo, el Beleño, *Hyoscyamus niger* (Fig. 10). El eje principal de la inflorescencia, en cada grupo de flores, se termina por una flor; pero antes de terminarse por esta flor, produce una bráctea en cuya axila nace un eje secundario que, tendiendo á tomar la dirección vertical, fuerza á la extremidad florida del eje principal de la inflorescencia á doblarse hacia el lado opuesto de la bráctea, pareciendo entonces ser la continuación de este eje principal. El eje secundario, á su turno, sufre la suerte que ha hecho sufrir al eje principal, es decir, se termina por una flor y es echado á un lado por el eje terciario nacido en la axila de su bráctea, y así sucesivamente. La cima unípara puede pues definirse: *una inflorescencia compuesta de una serie de ejes florales colocados unos en la extremidad de los otros.*

La cima unípara puede presentar dos aspectos muy diversos: ó bien, como en el Beleño, las flores están sobre dos series colocadas sobre un mismo lado del pseudo-tallo; ó bien, al contrario, como en la *Alstrœmeria versicolor*, están dispuestas en hélice al rededor de éste. La cima unípara se dice *escorpióide* en el primer caso, y *helicóide* en el segundo.

Esta diferencia en el aspecto de estas dos cimas uníparas,

que tienen, sin embargo, el mismo origen, corresponde á que, en el Beleño, hay heterodromia en la disposición de las brácteas, mientras que en el *Alstrœmeria versicolor* hay homodromia.

Se puede observar, en efecto, en la inflorescencia de la *Alstrœmeria versicolor,* que la bráctea de cada eje es homódroma con la bráctea del eje que le precede, como también que la disposición de éstas es igualmente quinconcial. En la fig. 11, se ve: que el eje de segunda generación a^2, nace en la axila de la bráctea b^1, y que su bráctea b^2 está á la derecha, á 2/5 de circunferencia de la bráctea b^1; que el eje de tercera generación a^3, nace en la axila de la bráctea b^2, y que su bráctea b^3, como hay homodromia, está también á la derecha, á 2/5 de circunferencia de la bráctea b^2 y por consiguiente á 4/5 de la bráctea b^1; que el eje de cuarta generación a^4 nace en la axila de la bráctea b^3 y que su bráctea b^4 está también á la derecha, á 2/5 de circunferencia de la bráctea b^3 y por consiguiente á 6/5 de la bráctea b^1, etc. Se ve, pues, que por causa de la homodromia en la disposición de las brácteas, éstas, aunque todas de generaciones diferentes, están colocadas sobre una sola y misma espiral cilíndrica ó hélice, como si fueran todas de la misma generación.

Y como por causa de la usurpación sucesiva de estos ejes que componen este pseudo-tallo, cada flor está diametralmente opuesta á una bráctea, resulta de ello que las flores están también sobre una sola y misma espiral cilíndrica ó hélice, y simulan por consiguiente un racimo ordinario. Pero siempre es fácil distinguir la cima unípara helicóide del racimo, porque en éste las flores están en las axilas de las brácteas, mientras que en la cima unípara helicóide las flores están diametralmente opuestas á las brácteas.

La *cima unípara helicóide*, puede, pues, ser definida : *una inflorescencia en que todas las flores son de generaciones diferentes, opositifoliadas y dispuestas en espiral.*

Observemos, por otra parte, la inflorescencia del Beleño (Fig. 10), en donde la bráctea de cada eje es heteródroma con la bráctea del eje precedente y en donde la disposición es

igualmente quinconcial. El eje de segundo grado a^2 nace en la axila de la bráctea b^1; su bráctea b^2, está á la derecha á 2/5 de circunferencia de la bractea b^1. El eje de tercer grado a^3 nace en la axila de la bráctea b^2; su bráctea b^3 está 2/5 de circunferencia de la bráctea b^2 ¿pero estará á la derecha ó á la izquierda? Evidentemente estará á la izquierda, encima de la bráctea b^1; pues yendo la espiral del eje a^2 de izquierda á derecha y estando su bráctea b^2 á la derecha, la espiral del eje a^3 estará de derecha á izquierda, puesto que hay heterodromia, y su bráctea b^3 estará á la izquierda; y así sucesivamente.



Fig. 11. — Cima unípara helicóide de *Alstrœmeria versicolor*.

Resulta, pues, que las brácteas están colocadas alternativamente á derecha é izquierda y á 2/5 de circunferencia entre sí; y como las flores en toda cima unípara están diametralmente opuestas á las brácteas, también ellas están colocadas sobre dos líneas verticales, distantes solamente 2/5 de circunferencia.

La *cima unípara escorpióide,* puede, pues, ser definida: *una inflorescencia en que todas las flores son de generaciones diferentes, opositifoliadas y colocadas sobre dos series solamente.*

Cima contraída — Hasta ahora no nos hemos ocupado más que del origen y naturaleza de las cimas, sin tener en cuenta la longitud de los pedúnculos que sostienen las flores. Esta longitud, sin embargo, merece alguna atención, pues influye mucho sobre la forma general de la inflorescencia.

Pero para comprender bien lo que acabamos de decir, es necesario distinguir en cada uno de estos ejes florales, cuyo conjunto constituye la cima bípara ó unípara, dos partes: una que está comprendida entre el punto de origen del eje floral que se considera, y su última bráctea, en la axila de la que ha nacido un nuevo eje: y otra que está formada por la extremidad libre de este eje floral y que lleva la flor. La primera contribuye por su parte á formar el eje principal de la inflorescencia, que es un pseudo-tallo; la segunda es un pedúnculo.

Pueden presentarse las cuatro variedades siguientes:

Cuando los entre-nudos de los ejes florales que constituyen el pseudo-tallo en las cimas bíparas ó uníparas son muy cortos, mientras que los pedúnculos formados por las extremidades libres de estos mismos ejes son bastante largos (ej.: *Dianthus barbatus*, *Erodium serotinum*), y entonces las flores son pedunculadas y llegan todas á la misma altura.

Cuando estos entre-nudos son bastante largos, mientras que los pedúnculos son muy cortos (ej.: *Hyoscyamus niger*), y entonces las flores son sentadas y colocadas á alturas diferentes.

Cuando estos entre-nudos y los pedúnculos son todos largos (ej.: *Alstrœmeria versicolor, Gypsophila paniculata*), y entonces las flores son pedunculadas y colocadas á alturas diferentes.

Y finalmente, cuando estos entre-nudos y los pedúnculos son todos cortos (ej.: *Salvia pratensis*), y entonces las flores son sentadas y situados á la misma altura.

Algunos botánicos solamente llaman *cima* á aquella inflorescencia definida en la que los entrenudos ó merítalos del pseudo-tallo son bastante largos, y *cima contraída* á aquella en que los entrenudos del pseudo-tallo son muy cortos. Añaden las expresiones *flores* sentadas, cuando en uno ú otro caso los pedúnculos son extremadamente cortos. Así dicen: que la inflorescencia del *Alstrœmeria versicolor* es una *cima* unípara helicóide, la del *Gypsophila paniculata* una *cima* bípara, la del *Hyoscyamus niger* una *cima* unípara escorpióide de flores sentadas, la del *Dianthus barbatus* una *cima contraída* bípara, la del *Erodium serotinum* una *cima contraída* unípara escorpióide.

y, en fin, la de la *Salvia pratensis* una *cima contraída* bípara de *flores sentadas.*

b — Inflorescencia indefinida

Para tener orden en la indicación de los diversos grupos de flores cuya inflorescencia es indefinida, es necesario distinguir aquellos en los que nunca hay sinó dos grados de vegetación, es decir, aquellos en los que los pedúnculos de segundo grado no llevan cada uno sinó una flor; de aquellos en que siempre hay más de dos grados de vegetación, es decir, de aquellos en que los pedúnculos de segundo grado se ramifican á su turno y llevan varias flores.

a' — Dos grados de vegetación

Los diversos grupos de flores, cuya inflorescencia es indefinida y que entran en esta división, son: el *racimo*, el *corimbo*, la *espiga*, la *umbela* y la *capítula*. En todos estos no hay sinó dos grados de vegetación, es decir, no hay más que el eje principal del grupo que se llama *eje principal de la inflorescencia*, y los ejes secundarios que nacen en número indeterminado sobre este eje principal y que se terminan cada uno por una flor. Estos cinco grupos solo difieren entre sí, por las longitudes diversas, sea del eje principal de la inflorescencia, sea de los ejes secundarios.

Racimo — El *racimo*, es una inflorescencia de dos grados de vegetación, en la que el eje principal es largo y lleva en toda su longitud, en número indeterminado, ejes secundarios iguales entre sí, largos y terminados cada uno por una flor (ej.: Vid, Grosellero).

Espiga — La *espiga*, es una inflorescencia de dos grados de vegetación, en la que el eje principal es largo y lleva en toda su longitud, en número indeterminado, ejes secundarios tan

cortos que parece que las flores fueran sentadas sobre el eje principal (ej.: Llanten, Verbena).

CORIMBO — El *corimbo*, es una inflorescencia de dos grados de vegetación, en la que el eje principal es largo y lleva en toda su longitud, en número indeterminado, ejes secundarios bastante largos, pero desiguales entre sí de tal manera que todas las flores lleguen á la misma altura: los ejes secundarios son por lo mismo, tanto más cortos cuanto más alto estén insertos sobre el eje principal (ej.: Cerezo de Mahoma, *Prunus padus,* Fig. 12).

UMBELA — La *umbela*, es una inflorescencia de dos grados de vegetación, en la que el eje principal es muy corto y lleva insertos en su extremidad dilatada un gran número de ejes secundarios bastante largos y todos iguales entre sí, de modo que las flores parecen partir todas del mismo punto para llegar á la misma altura (ej.: Cerezo, Fig. 13).

CAPÍTULA — La *capítula*, es una inflorescencia de dos grados de vegetación, en la que el eje principal se ha dilatado en su extremidad, formando una especie de cabeza ó plato, sobre el cual las flores, que son en número indeterminado, están sentadas (ej.: Girasol, Manzanilla).

FLOR COMPUESTA — En un gran número de plantas y en particular en la familia de las Compuestas, cada capítula de flores está envuelta por uno ó varios verticilos de brácteas, es decir, por lo que nosotros hemos llamado un *invólucro*. Cuando esto sucede, la capítula es designada con el nombre de *flor compuesta*; y el eje principal de la inflorescencia que se ha dilatado en su extremidad, con el de *receptáculo común*.

Todas las flores que hacen parte de una capítula ó de una flor compuesta, son algunas veces parecidas entre sí, como en la Alcachofa y en el Cardo; pero otras veces, las que están en la circunferencia son muy diferentes de las que ocupan el cen-

tro, lo que puede comprobarse observando las Margaritas, donde las flores de la circunferencia son casi blancas, mientras que las del centro son más pequeñas y amarillas.

Cuando las flores del centro, en una flor compuesta, sean diferentes de las flores de la circunferencia, se puede, por medio del cultivo, forzarlas á desarrollarse y á cambiar de color y por lo mismo á tomar todos los caracteres de las flores de la circunferencia, de modo que la flor compuesta no comprenda sinó flores de una sola especie. Esto es lo que se llama



Fig. 12. — Corimbo de *Prunus padus*



Fig. 13. — Umbela de cerezo. (*Prunus cerasus*).

hacer doblar una flor compuesta. Y cuando no se ha llegado á tener una flor compuesta doble, la que no lo es se llama *flor simple*. Así, hay Dalias simples y Dalias dobles, Reinas-Margaritas simples y Reinas-Margaritas dobles, según que las flores del centro sean diferentes ó idénticas á las flores de la circunferencia.

El eje principal de la inflorescencia llamado *capítula*, y sobre el cual todas las flores están sentadas, tiene generalmente la forma de un cono más ó menos modificado; otras veces la de un plato y otras la de una copa. En este último caso, la copa suele ser tan profunda que se parece á una botella, cuyas paredes interiores estuvieran tapizadas con flores.

b' — Más de dos grados de vegetación

En un gran número de plantas, los pedúnculos de segundo grado ó segunda generación, que están insertos sobre el eje principal de la inflorescencia, no se terminan inmediatamente por una flor, sinó que á su turno se ramifican, produciendo pedúnculos de tercera generación. En este caso pueden presentarse dos variedades: ó estos pedúnculos de segunda generación se ramifican del mismo modo que el eje principal de la inflorescencia, ó se ramifican de una manera diferente.

Cuando los pedúnculos de segunda generación se ramifican del mismo modo que el eje principal de la inflorescencia, basta añadir el epíteto *compuesta* á la inflorescencia particular de que se trata, para haberla designado con el nombre que usan los autores.

ESPIGA COMPUESTA — En el Trigo, cada grupo de flores se compone de espigas *sentadas* sobre el eje principal de la inflorescencia, que es bastante largo, es decir, de espigas dispuestas en espiga: es una *espiga compuesta.*

RACIMO COMPUESTO — En las Lilas, cada grupo de flores se compone de racimos insertos cada uno sobre el eje principal de la inflorescencia, que es bastante largo, por medio de pedúnculos también largos, es decir, de racimos dispuestos en racimo: es un *racimo compuesto* (1).

CORIMBO COMPUESTO — Otras veces, cada grupo de flores se compone de corimbos insertos en diferentes alturas, sobre el eje principal de la inflorescencia, que es bastante largo, pero de tal manera que todas las flores llegan al mismo nivel, es decir, de corimbos dispuestos en corimbo: es un *corimbo compuesto.*

(1) Los antiguos autores llamaban *Panículo al racimo cuyos ejes secundarios se ramifican de diversas maneras.*

Umbela compuesta — En la Zanahoria, la Cicuta, etc., cada grupo de flores se compone de umbelas insertas sobre pedúnculos que parten todos de un mismo punto, es decir, de umbelas dispuestas en umbela: es una *umbela compuesta.*

Cuando, al contrario, los pedúnculos de segunda generación no se ramifican del mismo modo que el eje principal de la inflorescencia, se emplea una perífrasis, y se dice, p. ej.: capítulas dispuestas en racimo ó un racimo de capítulas; umbelas dispuestas en racimo ó un racimo de umbelas (ej.: Yedra); etc., etc.

c — *Inflorescencia mixta*

En algunas plantas, la inflorescencia es definida en una parte de su extensión é indefinida en la otra; de ahí el nombre de *mixta* conque De Candolle ha señalado ese modo particular de disponerse las flores.

Racimo de cimas uníparas escorpióides — En el Castaño de la India, cada grupo de flores se compone de un eje principal, en cuya longitud se inserta un cierto número de cimas uníparas escorpióides; son, pues, cimas uníparas escorpióides dispuestas en racimo, ó un *racimo de cimas uníparas escorpióides.* Es una *inflorescencia mixta*, pues es *definida* cuando se considera cada cima unípara escorpióide, y es *indefinida* cuando se considera que el número de estas cimas uníparas escorpióides es indeterminado.

Racimo de cimas bíparas — En el *Chionanthus virgínica*, cada grupo de flores se compone de un eje principal, en cuya longitud se inserta un cierto número de cimas bíparas; son, pues, cimas bíparas dispuestas en racimo ó un *racimo de cimas bíparas.* Es una *inflorescencia mixta*, pues es *definida* cuando se considera cada cima bípara, y es *indefinida* cuando se considera que el número de estas cimas bíparas es indeterminado.

Umbela de cimas uníparas escorpióides contraídas — En el Junco florido, cada grupo de flores se compone de un eje principal, en cuya extremidad se inserta un cierto número de cimas uníparas escorpióides contraídas, de tal manera que todas las flores parecen salir de un mismo punto, y llegan á la misma altura; son, pues, cimas uníparas escorpióides contraídas dispuestas en umbela, ó una *umbela de cimas uníparas escorpióides contraídas*. Es una *inflorescencia mixta*, pues es *definida* cuando se considera cada cima unípara escorpióide contraída, y es *indefinida* cuando se considera que el número de estas cimas uníparas escorpióides contraídas es indeterminado.

Espiga de cimas bíparas contraídas con flores sentadas — En el *Datisca cannabina*, cada grupo de flores se compone de un eje principal, en cuya longitud se inserta casi directamente un cierto número de cimas bíparas contraídas con flores sentadas; son, pues, cimas bíparas contraídas con flores sentadas dispuestas en espiga ó una *espiga de cimas bíparas contraídas con flores sentadas*. Siempre es una *inflorescencia mixta*, pues es *definida* cuando se considera cada cima bípara contraída con flores sentadas, y es *indefinida* cuando se considera que el número de estas cimas es indeterminado.

Cima unípara escorpióide de capítulas — En los ejemplos de inflorescencia mixta que acabamos de citar, son siempre grupos definidos dispuestos en número indefinido sobre un eje común; lo contrario también puede observarse, es decir: grupos indefinidos dispuestos en número definido. Así en la *Vernonia centriflora* las flores están reunidas en capítulas y estas capítulas están dispuestas en cimas uníparas escorpióides; ó en otros términos, estas capítulas de flores están dispuestas como las flores simples de una cima unípara escorpióide de Beleño, por ejemplo. En este caso tenemos también una *inflorescencia mixta*, pues es *indefinida* cuando se considera cada capítula y es *definida* cuando se considera el modo cómo están dispuestas estas capítulas.

Umbela compuesta de cimas bíparas, racimos compuestos de cimas bíparas, etc. — Hemos expuesto detenidamente lo que debe entenderse por un racimo compuesto, una umbela compuesta, un corimbo compuesto, etc. Supongamos ahora, que en cada una de estas inflorescencias hubiera una cima bípara en lugar de una flor; la parte terminal de cada una de estas inflorescencias *sólo* habría cambiado, y entonces se tendrían cimas bíparas dispuestas en umbela compuesta, en lugar de tener flores dispuestas en umbela compuesta; cimas bíparas dispuestas en racimo compuesto, en lugar de racimos compuestos, etc., etc. En otros términos, se tendría una *umbela compuesta de cimas bíparas*, un *racimo compuesto de cimas bíparas*, etc. Esto que hemos supuesto, se puede observar en algunas plantas y son también *inflorescencias mixtas*, pues son *definidas* cuando se considera cada cima bípara y son *indefinidas* cuando se considera el número indeterminado de estas cimas bíparas.

INFLORESCENCIAS ANÓMALAS

Ausencia de las brácteas en la inflorescencia — Hasta ahora hemos visto, en todos los grupos de flores que acabamos de examinar, que las brácteas en cuyas axilas nacen las flores, se desarrollan y son visibles; pero sucede con frecuencia que en lugar de crecer éstas se atrofian casi al mismo tiempo que nacen, de modo que más tarde no se percibe ninguna señal de ellas. En algunas plantas, á cualquiera edad que se examinen, nunca aparece el menor vestigio de ellas: han abortado completamente.

Esta ausencia de brácteas en la inflorescencia no cambia en nada su naturaleza, y por consiguiente su denominación. La inflorescencia del Alelí, del Cardo, del Nabo, no es menos racimo que la del Grosellero, aunque no se observa en ella ninguna bráctea en la base de los ejes secundarios que llevan las flores. Por la misma razón, la inflorescencia del *Myosotis*, aunque privada de brácteas, es una cima unípara escorpióide, lo mismo que la del Beleño, que está provista de ellas; pues solamente el

modo de ramificación de la inflorescencia, es lo bastante para merecer ese nombre particular.

CAUSAS QUE OCULTAN LA VERDADERA NATURALEZA DE LA INFLORESCENCIA — Si la ausencia completa de brácteas en la inflorescencia no cambia en nada su naturaleza, y si además no modifica su aspecto, siendo igualmente fácil determinar á qué clase de inflorescencia pertenece un grupo de flores, tenga ó no brácteas; no sucede lo mismo con respecto á las adherencias que se producen algunas veces entre las diversas partes de un grupo de flores. Sin duda, no cambian la naturaleza de la inflorescencia; pero la disfrazan de tal manera, que es necesario mucha sagacidad para descubrirla.

Cinco modos principales de adherencia pueden hacer confusa la naturaleza de la inflorescencia. Vamos á exponerlos sucesivamente, tomando de ellos algunos ejemplos.

ADHERENCIA DE UN GRUPO DE FLORES CON LA HOJA Ó LA BRÁCTEA QUE LE HA DADO NACIMIENTO — En el Tilo (*Tilia Europea*, Fig. 14), el grupo de flores se adhiere por la parte inferior de su pedúnculo común, con la base de la bráctea en cuya axila ha nacido, de modo que se inserta sobre el medio de esta bráctea, pareciendo haber tomado allí su nacimiento. En el *Helwingia rusciflora* (Fig. 15) se observa un fenómeno análogo; sólo difiere del anterior en que el pedúnculo nace en la axila de una hoja y no de una bráctea, y por tanto es con una hoja que se adhiere y por tanto también es sobre el medio de una hoja que se ha insertado, pareciendo haber tomado nacimiento sobre ella.

Esta unión del grupo de flores á la bráctea ó á la hoja en cuya axila ha nacido, no se produce posteriormente á su nacimiento, sinó que es congenital; es decir, que la parte inferior del pedúnculo que se adhiere con la base de la bráctea ó de la hoja, es contemporánea de esta base, ó con otras palabras, han nacido las dos al mismo tiempo y ya reunidas. Hé ahí por qué hemos empleado frecuentemente la expresión *connato* (*conna-*

tus) para indicar una adherencia congénita entre dos órganos, reservando la expresión *soldado* (*coalitus*) para indicar la adherencia de dos órganos que han nacido libres y que se han reunido después.

Es necesario no confundir esta inflorescencia verdaderamente *epífila* con la inflorescencia que se observa en el Pequeño Acebo (*Ruscus aculeatus*, Fig. 16), y que algunos



Fig. 14.—Grupo de flores de Tilo, adherido por su base á la bráctea madre.



Fig. 15. — Grupo de flores de *Helwingia rusciflora*, adherido por su base á la hoja madre.

autores llaman también *epífila*. En esta planta, en efecto, las flores nacen sobre ramos del modo ordinario; pero como los ramos son aplastados y verdes como las hojas, los antiguos botánicos, que ignoraban los caracteres diferenciales de los ramos y de las hojas que nosotros ya hemos indicado anteriormente, consideraban estos ramos como hojas, y para ellos entonces la inflorescencia del *Helwingia rusciflora* y del *Ruscus aculeatus*, eran de la misma naturaleza.

Adherencia del grupo de flores con el eje sobre el cual ha nacido — En algunas plantas, el grupo de flores puede

también adherirse al eje sobre el cual ha nacido, ser, como decíamos anteriormente, *connato* con él. Obsérvese, por ejemplo, el *Hydrangea arborescens*, y se verá que cada grupo no se inserta en la axila de la hoja, sinó un poco más arriba, y esto tiene por causa que el grupo de flores, aunque nacido en la axila de la hoja, está soldado en una parte de su extensión con el eje que le ha producido. Esta adherencia no es tan íntima que no se pueda constatarla fácilmente, por los surcos que se notan en la longitud del eje al cual el grupo de flores se ha adherido hasta el punto en que este grupo de flores llega á ser libre. La inflorescencia se llama entonces *suprafoliácea*, y está caracterizada por estos dos hechos: porque el grupo de flores no tiene hoja en su base, y porque la hoja que está debajo sobre la misma vertical no tiene ningún ramo en su axila.

Una inflorescencia del mismo órden se observa en el *Asclepias floribunda* (Fig. 17), con la sola diferencia de que aquí el grupo de flores está soldado con el eje que le ha dado nacimiento, hasta el punto en donde dos nuevas hojas nacen sobre este eje, es decir, en toda la longitud del merítalo. Ahora bien, como las hojas están dispuestas en cruz en esta planta, unas respecto de las otras, este grupo de flores nacido en la axila de una hoja inferior debe encontrarse necesariamente inserto entre las dos hojas del par superior. Hé ahí por qué algunos botánicos han llamado á esta inflorescencia *interfoliácea*.

ADHERENCIA, EN CADA GRUPO DE FLORES, DE LAS BRÁCTEAS CON LOS EJES FLORALES QUE PRODUCEN EN SU AXILA — La adherencia que se manifiesta entre el grupo de flores y la hoja que le ha dado nacimiento, puede manifestarse también, en un grupo de flores, entre cada eje floral y cada bráctea que le produce en su axila. En el *Sedum oppositifolium* (Fig. 18), p. ej., la inflorescencia general es una verdadera dicotomia formada por dos ramos usurpadores de la misma generación. Si sucediera como de ordinario, se tendría en cada bifurcación, dos brácteas opuestas, en cuyas axilas se insertarían dos ramos de bifurcación; pero no es así: no hay brácteas debajo de cada ramo

de bifurcación, y hay una sola sobre cada uno de estos ramos. ¿Qué quiere decir esto?



Fig. 16. — Ramo aplastado de pequeño Acebo *(Ruscus aculeatus)*, simulando una inflorescencia epifila.

Si se examinan con atención todas las dicotomias de una cima bípara del *Sedum oppositifolium* (Fig. 18), se observará que las dos brácteas opuestas b, en cuyas axilas han nacido los dos ramos usurpadores a', de la primera dicotomia, en lugar de ser del todo libres é independientes de estos ramos y de encontrarse por consecuencia inmediatamente debajo de ellos, se les han soldado, pareciendo alzarlas y llevarlas consigo en su crecimiento. Pero esta adherencia tiene tan poca extensión, que idealmente es fácil restablecer esas brácteas en su verdadero lugar.

Continuando el exámen, se constatará que las dos brácteas opuestas b', en cuya axila han nacido los dos ramos usurpadores a'' de la segunda dicotomia, se han soldado igualmente con estos dos ramos, en una extensión un poco mayor, de modo que si no se hubiera visto lo que pasa en la primera dicotomia, sería muy difícil restablecer idealmente á las brácteas en su verdadero lugar.

Lo mismo las dos brácteas opuestas b'', en cuyas axilas han nacido los dos ramos usurpadores a''' de la tercera dicotomia, se han soldado con estos ramos en toda la longitud de un merítalo, de modo que no llegan á ser libres sinó en el punto donde la cuarta dicotomia aparece. Se tiene por consiguiente, al nivel de esta cuarta dicotomia, la bráctea b'' en cuya axila ha nacido el ramo a''' de la tercera

dicotomia: y por la razon que las brácteas opuestas están ordinariamente en cruz, esta bráctea $b^{\prime\prime}$ de la tercera dicotomia, debe encontrarse necesariamente, en el momento que llega á ser libre, entre los dos ramos de la cuarta dicotomia.

La bráctea $b^{\prime\prime\prime}$, en cuya axila han nacido los ramos usurpadores $a^{\prime\prime\prime\prime}$, se sueldan igualmente con estos ramos usurpadores $a^{\prime\prime\prime\prime}$, y no llegan á ser libres sinó al nivel de la quinta dicotomia.

El mismo fenómeno se continúa así hasta el vértice, de modo que es fácil comprender el por qué no se encuentra sinó una bráctea en cada dicotomia, y el por qué esta bráctea única no se encuentra en la base de ninguno de los dos ramos de la dicotomia, sinó entre ellos dos.

También es fácil comprender el por qué en el vértice de la inflorescencia, allí donde las dos últimas brácteas opuestas b^{vi} son estériles, es decir, no producen ningún ramo en su axila, se deben encontrar tres brácteas de generaciones diferentes, á saber: las dos brácteas opuestas b^{vi}, que son estériles y que por lo mismo no produciendo ningún ramo en su axila han quedado en su lugar, y la bráctea madre b^{v} que se ha soldado con el ramo a^{vi} hasta el punto donde ha dado nacimiento á estas dos brácteas estériles b^{vi}.

Por consiguiente, *cuando en la cima bípara hay adherencia de las dos brácteas opuestas con los dos ramos nacidos en su axila, se observa: en la base, una bifurcación sin brácteas; en la parte media, una bifurcación que no tiene sinó una bráctea lateral; y en el vértice, al rededor de la flor terminal, tres brácteas, de las cuales dos son opuestas y de la misma generación, y la tercera perteneciente á una generación anterior, situada entre las dos primeras en ángulo recto.*

Un fenómeno del mismo orden se observa en el *Nolana atriplicifolia.* Pero, para comprenderlo bien, es necesario antes hablar de la inflorescencia del Clavel. En esta planta, donde las hojas son opuestas, cada eje se termina por una flor; pero antes de terminarse por una flor, produce dos brácteas opuestas. Si estas dos brácteas opuestas fuesen igualmente fértiles, se tendría una cima bípara análoga á la del *Gypsophila panicu-*

lata; pero no es así. De las dos brácteas opuestas sólo una es fértil y la otra siempre es estéril; la inflorescencia, por consiguiente, es una cima unípara que presenta en cada falsa dicotomia dos brácteas opuestas en lugar de una.



Fig. 17. — Inflorescencia interfoliácea del *Asclepias floribunda*

Ahora bien, en el *Nolana atriplicifolia*, donde las brácteas son opuestas y una fértil y otra estéril, la inflorescencia es la misma que en el Clavel: es una cima unípara, que presenta en cada falsa dicotomia dos brácteas en lugar de una. Se diferencia, sin embargo, de aquélla, en que estas dos brácteas aquí no son de igual dimensión, ni tampoco están distantes á media circunferencia una de otra: son desiguales entre sí y distan sólo un cuarto de circunferencia. ¿A qué es debido esto? Es debido á la adherencia de cada bráctea fértil con el ramo usurpador que toma nacimiento en su axila.

En efecto, si se observa con un poco de atención la inflorescencia del *Nolana atriplicifolia* (Fig. 19), se notará: Que en la primera falsa dicotomia sólo existe una bráctea

B, que es la estéril; y que la otra b, que es la fértil y le debería ser opuesta, se ha soldado con el ramo a', que ha nacido en su axila, llevándola en su crecimiento á un punto tan cercano, que idealmente es fácil restablecerla en su verdadero lugar.

Que en la segunda falsa dicotomia sólo existe una bráctea B' que es la estéril; y que la fértil b' se ha soldado igualmente con el ramo a'', que ha nacido en su axila, llevándola á un punto, que aunque no tan cercano, sin embargo todavía es fácil restablecerla idealmente en su verdadero lugar.

Que en la tercera falsa dicotomia, sólo existe una bráctea B'', que es la estéril, y que la fértil b'', se ha soldado igualmente con el ramo a''', que ha nacido en su axila, llevándola hasta el punto en donde se desarrolla la cuarta falsa dicotomia, es decir, que se adhiere en toda la longitud del merítalo. Que aquí, si no se hubiera observado lo que pasa con las primeras brácteas, sería muy difícil restablecer á la bráctea fértil b'', en su verdadero lugar.

El mismo fenómeno se observa en la cuarta falsa dicotomia; es decir, la bráctea estéril B''', queda en su lugar y la fértil b''', es arrastrada por el ramo usurpador a''', hasta el nivel de la quinta falsa dicotomia.

Ahora bien, según lo que hemos dicho, deben encontrarse al nivel de la cuarta falsa dicotomia, dos brácteas de generaciones diferentes: la bráctea fértil b'', de la tercera falsa dicotomia, que ha sido alzada por el ramo usurpador a''', y la bráctea estéril B''', de la cuarta falsa dicotomia, que ha quedado en su lugar. Además, estas brácteas sólo distan entre sí un cuarto de circunferencia, porque la bráctea fértil b'', no ha venido á ocupar el lugar de la bráctea fértil b''', que ha sido alzada por el ramo a'''', y que siendo opuesta á la estéril B''', distaba de ella media circunferencia, sinó que ha ocupado un punto equidistante á estas y por lo mismo á un cuarto de circunferencia de la bráctea estéril B'''.

Estas adherencias continúan hasta el vértice, de modo que, en el punto donde el último ramo produce las dos brácteas opuestas B'''', deben encontrarse necesariamente tres brácteas en

verticilo: *una b'''', que es la bráctea fértil que ha alzado en su crecimiento el ramo usurpador a''''', y que dista de las otras un cuarto de circunferencia, y las otras dos B''''', que son las brácteas opuestas, estériles y de la misma generación que produce el mismo ramo usurpador a''''', y que distan entre sí media circunferencia.*

Esta adherencia de la bráctea con el eje floral al cual da nacimiento, puede observarse también en algunas plantas de hojas alternas, y por consiguiente, en algunas cimas uníparas en



Fig. 18. – Inflorescencia del *Sedum oppositifolium.*

donde normalmente cada falsa dicotomia está acompañada por sólo una bráctea.

En el Beleño, como ya hemos dicho, la cima unípara se

compone de una serie de ejes florales, colocados unos sobre otros, de manera que cada flor queda diametralmente opuesta á una bráctea. En el *Sedum album* se observa la misma cosa, con la sola diferencia de que cada bráctea, en lugar de quedar opuesta á la flor, se adhiere al ramo que toma nacimiento en su axila, y por lo mismo es alzada á una mayor ó menor altura.

Echese una mirada, por ejemplo, sobre la inflorescencia del mismo *Sedum album* (Fig. 20) y fácilmente se notará:

Que en la primera falsa dicotomia, la bráctea b, que debería ser opuesta á la flor, no lo es por haberse soldado con el ramo usurpador a' nacido en su axila, aunque en tan poca extensión que idealmente es muy fácil restablecerla en su verdadero lugar.

Que en la segunda falsa dicotomia, la bráctea b', que debería ser opuesta á la flor terminal del ramo usurpador a', se ha soldado con el ramo usurpador a'' en una mayor extensión, no llegando á ser libre sinó muy cerca de la flor terminal del ramo usurpador a''.

Que en la tercera falsa dicotomia, la bráctea b'', que debería ser opuesta á la flor del ramo a'', tampoco lo es, por haberse soldado con el ramo usurpador a''', nacido en su axila, en toda la extensión de un merítalo, de manera que en lugar de encontrarse opuesta á la flor de la tercera falsa dicotomia, se encuentra al nivel de la cuarta falsa dicotomia.

Ahora bien, como este fenómeno continúa hasta el vértice, es fácil comprender porqué en la base de la inflorescencia, se tiene una falsa dicotomia sin brácteas, y encima, cerca del vértice, otras falsas dicotomias que tienen cada una su bráctea, no diametralmente opuesta, sinó colocada lateralmente, á un quinto de circunferencia de la flor. Además, como la última bráctea b^v es estéril y por lo mismo queda en su lugar, deberá encontrarse necesariamente al lado de la bráctea b'''', que ha sido alzada por el ramo usurpador a^v, nacido en su axila. De este modo la flor terminal del ramo a^v, está acompañada de dos brácteas de generaciones diferentes: una b^v producida por el ramo a^v y la otra b'''' madre de este ramo.

Por consiguiente, *cuando en la cima unípara hay adherencia de la bráctea con el ramo al cual da nacimiento en su axila, se observa: en la base de esta cima, un pedúnculo que no tiene bráctea diametralmente opuesta; y en el vértice, dos brácteas*

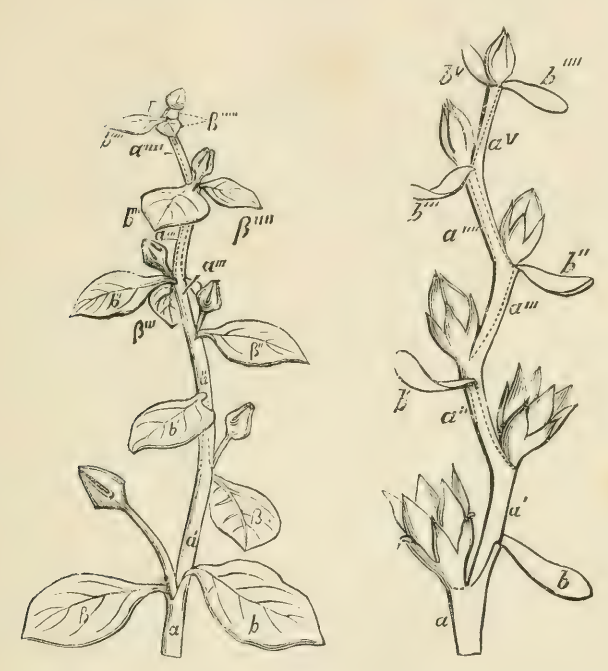


Fig. 19. — Cima unípara del *Nolana atriplicifolia.*

Fig. 20. — Cima unípara-escorpióide del *Sedum album.*

de generaciones diferentes, colocadas al rededor de la flor terminal.

Adherencia, en cada grupo de flores, de cada eje floral con el ramo que produce — Hemos visto anteriormente que, en el *Asclepias floribunda*, cada grupo de flores se suelda, en más ó menos extensión, con el eje que continúa el tallo. El

mismo fenómeno puede producirse entre los diversos ejes de un grupo de flores.

Echese una mirada, por ejemplo, sobre la cima unípara del *Helianthemum ægiptiacum* (Figs.: 21 y 22).

El primer pedúnculo p, que termina el eje principal de la inflorescencia, está diametralmente opuesto á la última bráctea b, de este eje principal.

El segundo pedúnculo p', que termina el eje secundario de la inflorescencia, estando soldado con el terciario en una parte de su extensión, no se encuentra diametralmente opuesto á la bráctea b', madre del eje terciario, sinó que está inserto un poco más arriba. Esta adherencia, no es tan extensa para que no se pueda restablecer idealmente al pedúnculo en su verdadero lugar.

El tercer pedúnculo p'', que termina el eje terciario de la inflorescencia, estando soldado con el eje cuaternario en toda la longitud de un merítalo, viene á encontrarse precisamente al lado de la bráctea b''', madre del quinto eje, y muy lejos de la bráctea b'', que le debería ser opuesta diametralmente.

El cuarto pedúnculo p''', que debería ser opuesto á la bráctea b''', se suelda igualmente con el ramo nacido en la axila de esta bráctea b''', y no llega á ser libre sinó en el punto donde este ramo da nacimiento á una bráctea b''''.

El quinto pedúnculo p'''', que debería ser opuesto á la bráctea b'''', se suelda también con el ramo nacido en la axila de esta bráctea b'''', y no llega á ser libre sinó en el punto donde este ramo da nacimiento á una bráctea b'''''.

Ahora bien, esta bráctea b''''', es estéril, de lo cual resulta que en el punto donde toma nacimiento, se tienen dos pedúnculos de generaciones diferentes: uno que es la terminación del eje que la lleva, y otro que no es sinó el pedúnculo p'''', que debería estar opuesto á la bráctea b'''', y que no lo está por haberse soldado con el ramo que lleva esta bráctea b'''''.

Por consiguiente, *cuando en la cima unípara hay adherencia del pedúnculo que termina un eje con el ramo nacido sobre este eje, se observa: hacia la base de la inflorescencia una bráctea*

que no tiene pedúnculo en frente de ella, y en el vértice dos pedúnculos colocados al lado de la última bráctea.



Fig. 21. — Cima unípara del *Helianthemum ægyptiacum*, tal como sería si no tuviera soldadura.

Fig. 22.—Cima unípara del *Helíanthemun ægyptiacum*, tal como es realmente, demostrando la soldadura del pedúnculo con el ramo que le ha producido.

Adherencia de varios grupos de flores entre sí — En fin, en la Consuelda mayor, cada inflorescencia se compone de varias cimas uníparas escorpióides soldadas entre sí en más ó menos extensión, de modo á formar una inflorescencia lo más irregular posible en apariencia.

Con esto hemos enumerado y descrito los cinco modos de adherencias, que pueden hacer confusa la naturaleza de las inflorescencias. Sólo nos falta reasumirlas, como lo hacemos en el cuadro adjunto:

INFLORESCENCIAS

- SOLITARIAS
  - Indefinidas
    - Terminal
    - Axilar
  - Definidas
    - En dicotomia
    - Opositifoliada
- EN GRUPO
  - Definidas
    - Cima bipara
    - Cima unípara
      - Helicóide
      - Escorpióide
    - Cima contraida
  - Indefinidas
    - Con dos grados de vegetación
      - Racimo
      - Espiga
        - Amento
        - Espadix (1)
      - Corimbo
      - Umbela
      - Capitula ó cabezuela
    - Con más de dos grados de vegetación
      - Idéntica en todos sus grados
        - Racimo compuesto
        - Espiga compuesta
        - Corimbo compuesto
        - Umbela compuesta
        - Capitula compuesta
      - No idéntica en todos sus grados
        - Capitulas en espiga
        - Capitulas en racimo
        - Etc.
  - Mixtas
    - Cimas en racimo
    - Cimas en umbelas
    - Capitulas en cimas
    - Etc.

(1) Estos dos modos de inflorescencias no pueden ser comprendidos hasta no haber estudiado la flor, por consiguiente, hasta entonces no daremos su definición.

BOTONES

Antes de abrirse la flor, las diversas partes que la constituyen están prensadas unas con otras, de modo á formar un cuerpo más ó menos redondeado, que toma el nombre de *botón*. El *botón*, es, pues, *la primera edad de una flor*, como la yema es la primera edad de una rama.

BOTONES DESNUDOS, BOTONES ESCAMOSOS — Los botones son ya desnudos (ej.: Alelí), ya recubiertos por escamas ovales, que en forma de cuchara están aplicadas unas contra otras, de manera á cubrirles completamente y protegerles contra los agentes exteriores que podrian dañarles (ej.: Almendro, Albaricoque); y ya encerrados en las yemas escamosas, como lo hemos dicho al tratar de éstas, y entonces toman el nombre de *yemas de flores* ó *yemas de frutos* (ej.: Manzano).

Cuando los botones están protegidos por escamas, bajo cada abrigo formado por éstas, pueden encontrarse: ó un solo botón como en el Almendro, el Durazno, el Albaricoque; ó dos ó tres como en el Ciruelo; ó cuatro ó cinco como en el Cerezo.

Estas escamas protectrices no son sinó brácteas modificadas, y por consiguiente, su naturaleza es tan variable como la de estos mismos órganos.

DESARROLLO DE LOS BOTONES — Hay plantas en las que los botones, una vez nacidos, continúan creciendo sin detenerse hasta su completa expansión: podríamos citar como ejemplos, todas las plantas anuales, es decir, todas las plantas que germinan, crecen, florecen y mueren en el mismo año de su nacimiento; y además algunas plantas leñosas, como el Tilo, cuyos botones se abren un mes después de haber aparecido.

Hay otras plantas, al contrario, en las que los botones detienen su desarrollo poco tiempo después de su nacimiento, quedan estacionarias durante algunos meses, para en seguida

continuar su crecimiento hasta su entera expansión : esto se observa en el Almendro, el Ciruelo, el Manzano, el Peral, etc., en donde los botones aparecen al principio del verano, crecen hasta el otoño, luego permanecen estacionarios durante todo el invierno y no se expanden sinó cuando son heridos por los primeros rayos primaverales.

Los botones que nacen, crecen y llegan á su completo desarrollo, durante la primavera, son siempre *desnudos*; los que, al contrario, quedando estacionarios, deben sufrir el calor del verano y el frio del invierno, están generalmente protegidos por escamas (ej. : Almendro) ó encerrados en yemas escamosas (ej.: Manzano).

Importancia de conocer la época en que se forman los botones — Hemos dicho anteriormente que, en algunas plantas y principalmente en los árboles frutales, los botones aparecen al principio del verano; de ahí dos consecuencias á deducir: 1.ª que el mayor ó menor número de ellos, dependerá especialmente de la temperatura y de las otras circunstancias atmosféricas que habrán reinado en aquella época; y 2.ª que si no se tiene cuidado al levantar los frutos, en aquellas plantas que entran á madurez en el otoño, como el Manzano, se levantará al mismo tiempo que la cosecha actual, la esperanza de la cosecha futura.

EXPANSIÓN DE LAS FLORES

En casi todas las plantas, los botones para pasar al estado de flores, se entreabren y se *expanden;* las envolturas florales se separan, y se extienden para dejar ver los órganos interiores que ellas recubren. La *expansión* es, pues, la aparición de los órganos interiores de una flor, por causa de la dilatación y separación natural de las envolturas florales.

Reloj de flora — La expansión de las flores no tiene lugar indiferentemente en todos los momentos del día y de la noche,

sinó que de ordinario se efectúa á una hora determinada para cada especie. En París, por ejemplo, los botones del Albohol de los cercados (*Convolvulus sepium*), se entreabren á las tres de la mañana; los del Salsifí (*Tragopogon pratense*) á las cuatro; los de la Adormidera de tallo desnudo (*Papaver nudicaule*) á las cinco; los de Don Diego de día (*Convolvulus tricolor*) á las seis; los del Lirio de las aguas (*Nymphœa alba*) á las siete; los de la Anagálide roja (*Anagallis arvensis*) á las ocho; los de la Caléndula de los campos (*Calendula arvensis*) á las nueve; los de la Ficóide (*Mesembryanthemum glaciale*) á las diez; los de la Ornitogalia (*Ornithogalum umbellatum*) á las once; los de la Verdolaga (*Portulacca oleracca*) al medio día; los del Escila (*Scilla pomeridiana*) á las dos de la tarde; los de Don Diego de Noche (*Mirabilis jalapa*) á las cinco; los del Sileno (*Silene noctiflora*) á las seis; los del Cirio de grandes flores (*Cereus grandiflorus*) á las ocho de la noche; y los del Albohol purpúreo (*Convolvulus purpureus*) á las diez.

En su *Filosofía botánica*, Linneo ha confeccionado un cuadro de plantas, basado en la hora en que se abren las flores, y le ha llamado, en su lenguaje metafórico, *Reloj de Flora*.

Duración de la expansión — Algunas flores permanecen abiertas durante muchos días, (ej.: varias Orquídeas); pero éstas son muy pocas. Generalmente se cierran pocas horas después de su expansión, sea para no abrirse más, Lino (*Lino usitatissimun*), sea para volverse á abrir á la mañana siguiente, Ornitogalia (*Ornithogalum umbellatum*): las flores que se cierran poco tiempo después de su expansión para no abrirse más, fueron llamadas por Linneo *flores efímeras;* nombre que aun se conserva.

Sean las flores efímeras, ó se abran y se cierren muchas veces, el tiempo comprendido entre la hora de su expansión y la en que se cierran, varía mucho según las plantas. La flor del Lirio de las aguas (*Nimphœa alba*), se abre á las siete de la mañana y se cierra á las siete de la tarde: está abierta durante doce horas; la de una de las Mesembriantémeas (*mesembryan-*

themum barbatum, se abre á las ocho de la mañana y se cierra á las dos de la tarde: está abierta seis horas; y la de la Verdolaga (*Portulacea oleracea*), se abre al medio día y se cierra á la una de la tarde: está abierta sólo una hora.

Influencia de la luz sobre la hora y duración de la expansión — La luz tiene muchísima influencia sobre la hora y duración de la expansión, de modo que los números que acabamos de citar no tienen sinó un valor aproximativo. Si la mañana es sombría, las flores que debían abrirse á las ocho de la mañana, por ejemplo, no lo hacen sinó á las nueve. Si el sol se oculta después del medio día, las flores que debían cerrarse á las seis, se cierran más temprano.

Fundado en esta influencia de la luz, De Candolle ha podido intervertir completamente las horas de apertura y clausura de las flores de un Don Diego de Noche, es decir, las ha hecho abrir por la mañana y cerrar por la tarde, poniéndolas á la oscuridad durante el día y á la luz de varias lámparas durante la noche.

Influencia del calor sobre la hora y duración de la expansión — El calor tiene igualmente mucha influencia sobre la hora y duración de la expansión; esto explica el por qué estos dos fenómenos varían según las latitudes de los diferentes países y según las estaciones del mismo país.

Una flor que se abra en el Brasil á las seis de la mañana, no se abrirá sinó á las siete en el Uruguay y á las ocho en la Patagonia. Adanson, que ha hecho numerosas observaciones á este respecto, hace notar que el Reloj de Flora, hecho por Linneo en Upsal, retarda cerca de una hora sobre el Reloj de Flora hecho en París.

En la primavera y en el otoño, como hace menos calor que en el verano, las mismas flores se abren, en el mismo lugar, una ó dos horas más tarde.

Flores meteóricas. Higrómetro de Flora — Hemos

visto anteriormente que las hojas del *Porliera hygrométrica*, *dormian* ó *velaban* según el estado de la atmósfera. Algo análogo se observa en algunas flores, que se cierran ó se abren según haya buen ó mal tiempo. La flor compuesta de la Caléndula de las lluvias (*Calendula pluvialis*), se cierra cuando el tiempo se prepara para llover; al contrario, la del *Sonchus sibiricus* se cierra en los días hermosos. Linneo ha llamado á esas flores, cuya expansión varía con el estado atmosférico, *flores meteóricas*, y Bierkander las ha colocado en el cuadro llamado por él *Higrómetro de Flora*.

ORDEN EN LA EXPANSIÓN DE LAS FLORES DE UNA INFLORESCENCIA — Las flores de una planta, sean solitarias ó agrupadas, no se abren todas al mismo tiempo. Dos leyes presiden á su expansión que pueden formularse así:

1.ª *Las flores que terminan ejes de generaciones diferentes, se abren según el órden de la sucesión de estos ejes.*

2.ª *Las flores que terminan ejes de una misma generación, se abren de abajo á arriba.*

En la cima bípara del *Gypsophila paniculata*, la flor que termina el eje principal de la inflorescencia es la primera en abrirse; las dos flores que terminan los ejes secundarios nacidos sobre el principal, siendo de la misma generación y estando colocadas á la misma altura, se abren después y al mismo tiempo; las cuatro flores que terminan los ejes terciarios, por las razones expuestas, se abrirán después y también al mismo tiempo; y de esta manera todas las demás.

En el racimo de los Groselleros, si el eje principal termina por una flor, ésta se abrirá en primer lugar. En cuanto á las otras, como todas terminan ejes de la misma generación, se abrirán primero las inferiores y poco después las superiores.

En las capítulas de las flores compuestas, en que el eje principal de la inflorescencia se ha recogido sobre sí mismo y se ha ensanchado, las flores de la circunferencia se abren antes que las del centro, porque si idealmente diéramos al eje principal, recogido y ensanchado, una longitud notable, veríamos que las flores del centro quedarían en el vértice.

FLORESCENCIA

Cuando los primeros botones de una planta se abren, se dice que esta planta entra en *florescencia;* cuando los últimos botones abiertos se cierran para no abrirse más, se dice que aquélla termina. La *florescencia* es, pues, el período de la vida de las plantas en que tiene lugar la expansión de las flores.

Duración de la florescencia — La duración de la florescencia varía mucho según las especies.

En algunas plantas sólo dura algunos días, como sucede con aquellas cuyos botones, formados el año anterior, no esperan sinó los primeros rayos primaverales para entrar en expansión: (Duraznos, Albaricoques, Almendros, Jacintos, Tulipanes, etc.).

En otras, al contrario, la florescencia es muy larga, lo que generalmente sucede en aquellas cuyos botones nacen y se abren en el mismo año: como el Heléboro fétido, que está cubierto de flores durante todo el invierno, la Bolsa de Pastor, que lo está en toda la primavera, y las Dalias, que comienzan á abrirse al fin del verano y no cesan sinó con las primeras heladas.

En fin, hay plantas cuya florescencia, una vez empezada, continúa hasta que mueren. Payer, ha observado en Madera, Limoneros que no cesaron de producir flores durante toda su permanencia allí, que fué más de un año : estos árboles, por consiguiente, están cubiertos de flores y frutos en todas las edades.

Calendario de Flora—La época en que empieza la florescencia tampoco es la misma en todas las especies.

En aquellas plantas cuyos botones nacen el año anterior á su desarrollo, la florescencia tiene lugar generalmente en la primavera; en aquellas cuyos botones nacen y se desarrollan en el mismo año, puede tener lugar también en la primavera, pero de ordinario se efectúa en el otoño ó en el verano.

Las plantas que florecen en la primavera, sean anuales ó vivaces, son llamadas *primaverales*; las que florecen en el verano,

estivales; las que florecen en el otoño, *autumnales;* y por último, las que florecen en invierno, *invernales*.

En algunas plantas, la florescencia no sólo tiene lugar en determinadas estaciones, sinó que también se efectúa en determinados meses. Linneo, que hizo muchísimas observaciones á este respecto, confeccionó un cuadro relativo á la florescencia, en que hizo notar diferentes plantas que dan flores en los diferentes meses del año: á dicho cuadro le dió el nombre de *Calendario de Flora*.

El conocimiento preciso de la época de la floración de las plantas, es muy importante para aquellos que se ocupan de arreglar y adornar los jardines; en efecto, la sucesión no interrumpida de flores diferentes por su color, su forma y su olor, es quizás el mejor medio de embellecerlos. ¡Que aquellos, pues, dice Mr. Mirbel, que niegan obstinadamente y contra toda evidencia, que el estudio del reino vegetal tiene su utilidad, convengan al menos que puede contribuir á nuestros placeres!

Pero es del caso notar aquí, que la época de la florescencia de cada planta, adelanta ó retarda con relación al grado de latitud, y por consiguiente, el Calendario de Flora varía relativamente al clima: el Almendro, que florece en Esmirna en la primera mitad de Febrero, lo hace en Alemania en la segunda mitad de Abril, y en Cristianía en los primeros días de Junio.

Cultivos forzados — Los botones de aquellas plantas, como los Almendros, Duraznos y Jacintos, que se forman en el verano y casi complementan su desarrollo en el otoño, no se abren en seguida, porque los rigores del invierno les detienen en su evolución y les obligan á esperar el calor de los primeros rayos primaverales; por consiguiente, si se pudiera por algún medio retardar ó hacer desaparecer esos rigores del invierno, nada sería más fácil que ver continuar el desarrollo de aquéllos y ver florecer esas plantas mucho antes del tiempo indicado por la naturaleza. Este medio ha sido encontrado por

los jardineros: consiste en colocar las plantas, cuya floración se quiere acelerar, en invernáculos cuya temperatura se gradúa según las especies y según la intensidad del frío exterior. De este modo pueden obtenerse Fresales cubiertos de flores y por lo mismo de frutos, mucho antes de lo habitual; y de este modo es que se fuerzan á los Duraznos y Cerezos á florecer en el invierno y á dar los frutos en la primavera.

Este arte de acelerar la época de la floración, que ha tomado un gran desarrollo desde algunos años á esta parte, lleva el nombre de *cultivos forzados*.

Y así como se puede acelerar la época de la floración de las plantas, también es fácil retardarla: basta para esto impedir que los botones reciban los primeros rayos primaverales, lo que fácilmente se obtiene, colocando las plantas en la parte sur de un muro que las proteja del sol.

Plantas anuales, bienales, vivaces — Hay plantas que no florecen sinó una sola vez en su vida; después de la floración tiene lugar la fructificación, y luego la planta muere. Pero de éstas, unas dan las flores el año mismo en que nacen, mientras que otras no las dan sinó el año siguiente al de su nacimiento: las primeras viven sólo un año, y de ahí que se llamen *anuales*; las otras viven dos años, y de ahí que se llamen *bienales*.

Otras, al contrario, viven mucho tiempo, y todos los años se cubren de flores. Pero de éstas hay unas que anualmente ven desaparecer, después de la floración y fructificación, toda la parte que les es aérea, permaneciendo sólo la parte subterránea; mientras que en otras la parte aérea subsiste como la subterránea: las primeras se llaman *plantas vivaces por las raíces*, y las segundas *plantas leñosas*.

Las Pitas tienen de común, con las plantas anuales y bienales, el no florecer más que una vez en la vida para morir en seguida; pero no florecen sinó después de tener muchísimos años de existencia, que es lo que ha hecho creer al vulgo que no dan flores sinó al cabo de cien años.

Las plantas vivaces por las raíces y las leñosas, florecen

generalmente por primera vez, en el tercero, cuarto ó quinto año de su existencia. Esa época, sin embargo, depende mucho del clima bajo el cual vegetan, y de la mayor ó menor humedad del suelo en que crecen. Los botánicos y horticultores, han observado, desde hace mucho tiempo, que plantas de una misma especie dan sus primeras flores mucho más temprano en los países calientes que en los países fríos; y que aquellas que son demasiado regadas tienden con frecuencia á formar mucha madera y á producir muchas hojas, y no florecen — ó no dan frutos como dicen los jardineros — tan pronto como los individuos de la misma especie que crecen en terrenos secos.

La floración, por otra parte, es más ó menos abundante relativamente á ciertas propiedades individuales. En general, parece que el demasiado vigor perjudica la producción de las flores, y excita al contrario el desarrollo de las ramas y de las hojas. *Juventud y vigor*, dice Tschudy, *no producen sinó yerba y no dan frutos ó los maduran mal.* Cuando se quieren cultivar los árboles frutales en las Indias Orientales, se excavan sus raíces en la época de mayor calor; con esta operación caen sus hojas y por lo mismo la vegetación se debilita y se detiene muchísimo; pero en cambio, muy pronto se cubren los árboles de flores.

FLOR

La *flor* es el conjunto de los órganos que concurren á la reproducción de la planta. Generalmente se compone de cuatro partes: el *perianto*, el *androceo*, el *gineceo* y el *receptáculo*.

El *perianto* es el conjunto de todos los órganos foliáceos, que rodean y embellecen el resto de la flor. Desempeña el papel de órgano protector, y no parece indispensable. Sus diversas partes son frecuentemente de dos naturalezas: los *sépalos* y los *pétalos*; los primeros, que forman la primera cubierta floral, constituyen el *cáliz*, y los otros, que forman la segunda, constituyen la *corola*.

El *androceo* es el conjunto de todos los filamentos, que tie-

nen el nombre de *estambres*, y que están colocados entre el perianto y el gineceo. Es el órgano masculino de las plantas.

El *gineceo* es el conjunto de los *pistilos*, es decir, el cuerpo simple ó múltiple que ocupa el centro de la flor, y que siendo el órgano femenino, encerrará más tarde los granos ó semillas.

El *receptáculo*, es el eje de variada forma, que sostiene el perianto, el androceo y el gineceo.

Como órganos accesorios á la flor, aunque de utilidad para la reproducción de la planta, podemos citar los *nectarios*, cuerpos de naturaleza glandulosa, que de ordinario rodean al pistilo, y cuyo conjunto constituye el *disco*.

Flores unisexuadas, hermafroditas y desnudas — No es necesario, sin embargo, que todas esas partes entren en la composición de las flores.

Algunas veces, como en el Boj (*Buxus sempervivens*), falta el androceo ó el gineceo. Cuando falta el androceo, se dice que la flor es *femenina;* y cuando falta el gineceo, se dice que es *masculina*. En ambos casos, falte el uno ó el otro, la flor es denominada *unisexuada* ó *díclina*.

Otras veces, existe el androceo y el gineceo, pero falta el perianto, como en el Fresno: en este caso se dice que la flor es *desnuda*.

La flor puede carecer también de perianto y androceo, ó de perianto y gineceo. Es el caso, por ejemplo, de las flores del Sauce, en que las flores son: ora masculinas ó con estambres, ora femeninas ó con pistilos, y siempre desnudas. Estas flores del Sauce nacen en la axila de una bráctea.

Las flores provistas á la vez de androceo y gineceo, sean ó no desnudas, se llaman *hermafroditas*.

Plantas polígamas, monóicas y dióicas — En algunas plantas se encuentran, sobre el mismo pié, las flores masculinas, las flores femeninas y las flores hermafroditas: se las llama entonces, *polígamas*.

Otras, sólo tienen flores masculinas y flores femeninas. Pe-

ro de éstas, unas, como el Lúpulo, tienen las flores masculinas y las flores femeninas sobre el mismo pié; mientras que en otras, como el Cáñamo, las flores masculinas y las flores femeninas están sobre piés diferentes, de modo á tener piés masculinos y piés femeninos. Las plantas que tienen, como el Lúpulo, flores masculinas y flores femeninas sobre el mismo pié, se llaman *monóicas;* y las que tienen, como el Cáñamo, las flores masculinas y las flores femeninas, sobre piés diferentes, se llaman *dióicas.*

En las espigas, las flores pueden ser: hermafroditas, mascu-

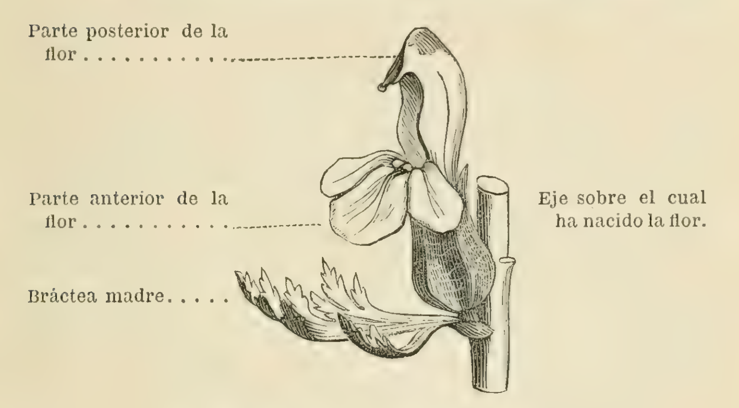


Fig. 23. — Flor del *Pedicularis palustris.*

linas ó femeninas; pueden ser también, femeninas en la parte inferior y masculinas en la parte superior. Los botánicos designan especialmente con el nombre de *espigas*, á aquellas en que todas las flores son hermafroditas (ej.: Llantén, Verbena); con el nombre de *amento*, á aquellas que sólo tienen flores masculinas ó flores femeninas, y por consiguiente distinguen los *amentos masculinos* y los *amentos femeninos* (ej.: Sauce, Álamo); y con el nombre de *espádix*, á aquellas que tienen flores femeninas en la parte inferior y masculinas en la superior, (ej.: *Arum maculatum* — Pié de becerro) (1).

(1) Sachs llama *espádix* á una espiga protegida por una gran bráctea envainante ó espata.

¿Qué se entiende por parte anterior y parte posterior en una flor? — En una flor se distinguen: una *parte anterior*, es la que mira hacia la bráctea ó la hoja, en cuya axila ha nacido; una *parte posterior*, es la que le es diametralmente opuesta, y mira, por consiguiente, hacia el eje que la sostiene; y en fin, *dos lados*, que están uno á la derecha y otro á la izquierda (Fig. 23).

Como la flor forma siempre un ángulo más ó menos agudo con el eje sobre el que ha nacido, algunos botánicos han llamado *parte superior* á la parte posterior, y *parte inferior* á la parte anterior.

Porte, Diagrama y corte en una flor — Para tener una idea exacta y clara de una flor determinada, es necesario estudiar en ella tres cosas: el *porte*, el *diagrama* y el *corte*.

El *porte* de una flor, es su proyección sobre un plano vertical; es su aspecto exterior. Es algo análogo á lo que se llama *elevación* en arquitectura.

El *diagrama* de una flor, es su proyección sobre un plano horizontal: es lo que se llama plano en arquitectura. El decir diagrama de una Violeta y plano de Montevideo, es referirse á idéntica cosa aplicable á la planta de Violeta y á la Ciudad de Montevideo (Figs. 24 y 25).

El *corte* de una flor, es su sección vertical en dos mitades más ó menos iguales (1). Si estas mitades pueden ser idénticas entre sí, la flor se llama *simétrica* y basta el cróquis de una de ellas para representarla exactamente; al contrario, si no lo pueden ser, la flor se llama *asimétrica*, y entonces serán necesarios los croquis de las dos mitades para representarla con exactitud.

Disposición de los sépalos, de los pétalos, de los estambres y de los pistilos sobre el receptáculo — Las diferentes partes que constituyen el perianto, el androceo y el

(1) Payer llama *corte* de una flor á su sección vertical por un plano de simetría.

gineceo, pueden estar dispuestas en *verticilo* ó en *espiral*. Están en *verticilo*, cuando todas se hallan colocadas á igual altura, si el eje que las lleva es cónico, ó á igual distancia del centro

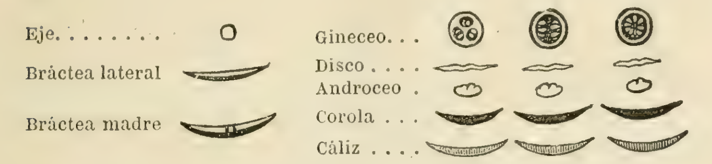


Fig. 21. — Partes de que se compone un diagrama.

si es plano; están en *espiral*, cuando todas se hallan colocadas á diferentes alturas, de manera que la línea que une sus puntos de inserción sea una espiral.

Si están dispuestas en *verticilo*, se dice que la flor es *cíclica;* si, al contrario, están en espiral, se dice que la flor es *acíclica*, cuando el pasaje del cáliz á la corola ó de ésta al androceo, etc., no coincide con un número determinado de vueltas de espiral, y *hemicíclica* si esta coincidencia tiene lugar.

Cuando la flor cíclica tiene un número igual de hojas en todos los verticilos y éstos alternan con regularidad, se dice que la flor se *eucíclica*.

La flor puede ser bicíclica, tricíclica, tetracíclica, pentacíclica, etc., según tenga dos, tres, cuatro, cinco, etc., verticilos.

Los verticilos pueden ser binarios, ternarios, cuaternarios, quinarios, etc., según tengan dos, tres, cuatro, cinco, etc., hojas en cada uno de ellos.



Fig. 25. — Diagrama de la Vid.

Fórmulas florales — Se entiende por *fórmula floral*, la expresión por medio de letras y de cifras del número de miembros componentes de la flor y del número de partes compo-

nentes de estos miembros. Representa á la flor lo mismo que el diagrama, con la sola diferencia que no expresa relaciones de inserción.

La fórmula Ca3, Co3, A3+3, G3, corresponde al diagrama de una flor que tenga: tres sépalos en un verticilo, tres pétalos en otro, seis estambres en dos, y tres carpelos en uno; en efecto, Ca indica cáliz, Co corola, 3 el número de partes de que estos se componen, A androceo, 3+3 el número de estambres colocados en dos verticilos, y G3 el número de carpelos que componen el pistilo, dispuestos, como el cáliz y la corola, en un solo verticilo.

Algunas veces los números llevan el exponente: 2 indica que el verticilo típico á que hace referencia la letra, ha sido reemplazado por otros dos. Si la fórmula dada tuviera A 3^2+3, indicaría que el verticilo externo del androceo, compuesto de tres estambres, se ha desdoblado en dos verticilos, cada uno también de tres estambres.

Cuando un número es reemplazado por la letra O, se indica que el verticilo á que hace referencia se ha atrofiado.

Cuando la letra se une con el número que le corresponde por medio de una línea curva, se indica que todas las partes componentes del verticilo se han soldado entre sí formando un solo cuerpo.

La fórmula CaO, $\widehat{Co5}$, $A5^2+4$, G2, indica una flor compuesta de cinco verticilos ó ciclos: uno, formado por el cáliz que se ha atrofiado; otro, por la corola compuesta de cinco pétalos soldados entre sí, formando por esa soldadura lo que se llama una corola *gamopétala;* dos, formados por el androceo, en que el externo tiene diez estambres, dispuestos en dos verticilos, que han reemplazado á los cinco primitivos, y el interno cuatro; y por último, uno formado por el gineceo, compuesto de dos carpelos. Con otras palabras podría traducirse esa fórmula: flor pentacíclica, con cáliz atrofiado, corola quinaria gamopétala, androceo en dos verticilos, de los que el externo quinario se ha desdoblado, y el interno cuaternario, y en fin, gineceo binario.

Todavía existen otros signos que entran en la composición de algunas fórmulas florales; pero nosotros, no queriendo extralimitarnos, los pasaremos por alto.

Sobreposición y alternación — Cuando dos verticilos están compuestos de un mismo número de órganos y situado el uno encima ó delante del otro, pueden afectar dos posiciones diferentes.

Ora, las diversas piezas del verticilo superior están colocadas sobre la misma vertical que las del verticilo inferior: entonces se dice que aquéllas *sobreponen* á éstas.

Ora, las diversas piezas del verticilo superior están colocadas encima de los intervalos que separan á las del verticilo inferior: entonces se dice que aquéllas *alternan* con éstas.

En la Vid (Fig. 25), los estambres están *sobrepuestos* á los pétalos, porque cada estambre se inserta exactamente delante de un pétalo; en la Violeta, al contrario, los estambres son *alternos* á los pétalos, porque se insertan delante de los intervalos que les separan. En el *Sedum oppositifolium*, en que hay dos verticilos de estambres, uno *alterna* con la corola y el otro le es *sobrepuesto*.

Tendencia de las flores hacia la luz — La misma inclinación que tienen los tallos y las ramas para dirigirse hacia la luz, se puede observar en la mayor parte de las flores. En efecto, si cultivais plantas en departamentos semi-oscuros alumbrados por un solo lado, veréis que cuando entran en florescencia casi todas presentan hacia la luz su corola desenvuelta; si en este momento hacéis girar las macetas en que crecen esas plantas, de modo á colocar las flores en dirección al lado opuesto del que penetra la luz, éstas no tardarán en enderezarse para dirigirse en seguida nuevamente hacia la ventana. Podéis repetir esta operación cuantas veces querais, contrariando siempre á las flores, que éstas nunca se cansarán de buscar la luz, apenas se vean en completa libertad.

NUTACIÓN — FLORES HELIOTRÓPICAS — A un fenómeno análogo se ha dado el nombre de *nutación*. Ciertas flores, como el Girasol, sean simples ó compuestas, no tienen la misma dirección en las diferentes horas del día; miran de mañana hacia el Oriente, á mediodía hacia el Norte y al caer la tarde hacia el Occidente: siguen, en una palabra, la marcha del Sol. Linneo, que se ocupó mucho de este fenómeno, le llamó *nutación*, y á las flores que le presentan *flores heliotrópicas*.

FLOR MONOSIMÉTRICA Y POLISIMÉTRICA; FLOR ZIGOMÁTICA, FLOR REGULAR — Una flor que pueda ser dividida en dos mitades idénticas por un solo plano, se llama *monosimétrica;* si puede serlo por dos ó más planos, se llama *disimétrica* ó *polisimétrica*.

Cuando en una flor, sea monosimétrica ó polisimétrica, la sección mediana produce dos mitades muy diferentes de la sección lateral, se dice que es *zigomática*. Cuando en una flor polisimétrica las partes resultantes de las secciones producidas por todos los planos de simetría sean idénticas ó al menos semejantes entre sí, se dice que la flor es *regular*.

PERIANTO

El *perianto* se compone generalmente de dos verticilos de hojas modificadas: uno, que se llama *cáliz*, es el exterior; otro, que se llama *corola*, es el interior.

Las diferentes hojas modificadas que constituyen el cáliz, son de ordinario verdes y muy análogas á las hojas propiamente dichas: se llaman *sépalos*.

Las diferentes hojas modificadas cuyo verticilo forma la corola, están dotadas generalmente de brillantes y hermosos colores: se llaman *pétalos*.

Algunas veces, en lugar de dos verticilos, el perianto tiene tres, cuatro y aun más (ej.: Magnolias). En este caso, aquel de los verticilos intermedios que se parece más al cáliz que á la corola se considera como cáliz, y viceversa.

Otras veces el perianto es simple, es decir, compuesto de un solo verticilo: en este caso, sea verde como el cáliz, ó coloreado como la corola, siempre se llama cáliz.

En un gran número de plantas, las hojas del perianto, aunque dispuestas en dos verticilos, tienen sin embargo el mismo color: ya todas verdes, como el cáliz (ej.: *Luzula campestris*); ya todas dotadas de brillantes colores, como la corola (ej.: Lirio, Tulipan). ¿Cómo se debe considerar ese perianto en que los dos verticilos tienen el mismo color? ¿Es un doble cáliz ó una doble corola? ¿Será lógico llamar cáliz al verticilo externo y corola al interno? Hé aquí una cuestión que ha sido calurosamente debatida, cuando los botánicos se atenían á la forma y color de los órganos para determinar su naturaleza: hoy se llama á ese perianto, *perianto doble sepalóide* ó *petalóide*, según presente la consistencia y color propio del cáliz ó la consistencia y color habitual de la corola.

Cuando las partes componentes del perianto son numerosas y dispuestas en espiral, las hojas externas son verdes como los sépalos, las internas coloreadas como los pétalos, y las intermedias presentan una graduación insensible de las unas á las otras. ¿Dónde empieza el cáliz, dónde la corola? En este caso es imposible determinarlo: de ahí que esos términos hayan sido reemplazados por la expresión más general de *perianto*.

En fin, las hojas del perianto pueden soldarse entre sí formando un solo cuerpo ó permanecer separadas: en el primer caso se llama *perianto gamófilo*, en el segundo *dialífilo*.

CÁLIZ

El *cáliz* es la envoltura exterior de la flor; sus hojas, de ordinario verdes, más duras y más pequeñas que las de la corola, se llaman *sépalos*.

FORMA Y NERVADURA DE LOS SÉPALOS — Poca cosa puede decirse sobre cada uno de los sépalos en particular. La forma varía muy poco: se parecen mucho á las escamas que envuel-

ven las yemas, no presentan limbo ni peciolo distintos, y rara vez tienen las anchas y profundas escotaduras que existen en un gran número de hojas. Su contorno es generalmente entero, ó cuando más dentado ó almenado. Su nervadura se reduce á unos pocos nervios, que partiendo de la base se dirigen paralelamente hacia el vértice.

En algunas plantas, sin embargo, uno de los sépalos se prolonga por su parte basilar formando un tubo que los botánicos llaman *espolón* (ej.: Capuchina); ó se dilata en su vértice á manera de casco para recubrir la flor (ej.: Acónito, *Aconitum napellus*); en otras, todos los sépalos tienen debajo de su punto de inserción un apéndice que desciende á lo largo del pedúnculo sin adherirse á él (ej.: Violeta).

Vilano — En las Valerianas y en un gran número de Compuestas, los sépalos son enteramente desconocidos: forman una especie de fleco ó penacho compuesto de cerditas muy delgadas, que se llama *vilano*, cuya naturaleza sería imposible determinar, si no se observaran en la Flor de Viuda (*Scabiosa atro-purpurea*) y en otras plantas, todas las transiciones entre él y los verdaderos sépalos.

Modos de inserción de los sépalos — En la mayor parte de los vegetales, los sépalos se insertan horizontalmente sobre el receptáculo: dejan, pues, cuando caen ó se les desprende, una cicatriz en forma de arco de círculo. Otras veces, se insertan de manera á dejar una cicatriz en forma de herradura, cuyas ramas estuviesen hacia arriba y la curvatura hacia abajo: en este caso siempre hay un espacio bastante notable entre el sépalo y el receptáculo.

Estos dos modos de inserción de los sépalos pueden encontrarse en un mismo cáliz.

Naturaleza morfológica de los sépalos — Hemos dicho anteriormente, que las brácteas eran hojas modificadas, fundando nuestra aserción en que en el Heléboro fétido y en otras

muchas plantas, pueden observarse todas las transiciones entre las hojas más completas y las brácteas más reducidas. Lo mismo podemos decir de los sépalos, pues hay plantas en que las transiciones entre éstos y las brácteas es tan insensible que es imposible determinar donde acaban las brácteas y donde empiezan los sépalos. ¡ Que se eche una mirada, por ejemplo, sobre un botón de Camelia, y no se notará ninguna diferencia entre sus cinco sépalos y esa multitud de brácteas que le rodean ! ¿ Todos, sépalos y brácteas, no tienen la misma forma, la misma nervadura y la misma estructura ?

Si los sépalos son brácteas modificadas, y las brácteas hojas modificadas ¿ no podríamos decir, en último, que los primeros son también hojas modificadas ?

Además, los sépalos como las brácteas representan ya el limbo de una hoja, ya su peciolo dilatado, ya sus dos estípulas reunidas. En efecto, si se examinan con detención los cinco sépalos de una Rosa de cien hojas, se constatará fácilmente que los dos externos, que recuerdan por su estructura las hojas del Rosal, llevan en cada uno de los lados de su peciolo dilatado dos pequeños foliolos, el tercero sólo lleva uno y es entero, y en fin que los dos internos están desprovistos de ellos y también son enteros.

Si no se hubieran observado de este modo los grados de transición entre las hojas y las brácteas, y entre éstas y los sépalos, la proposición : *los sépalos no son sinó hojas modificadas*, emitida por primera vez por Adanson y desarrollada más tarde por Gœthe, parecería una paradoja.

SÉPALOS REGULARES É IRREGULARES — Se dice que un sépalo es *regular*, cuando se puede dividir longitudinalmente en dos mitades simétricas ; é *irregular*, en el caso contrario. Por ejemplo, el sépalo con espolón de la Capuchina, que puede, como los otros que le acompañan, ser dividido en dos mitades simétricas, es tan *regular* como éstos.

NÚMERO Y DISPOSICIÓN DE LOS SÉPALOS EN EL CÁLIZ —

Cuando hay sólo dos sépalos en el cáliz, son opuestos y forman un verdadero verticilo.

Cuando hay cuatro, son opuestos de á dos y dispuestos en cruz. El Boj, por ejemplo, tiene cuatro sépalos: dos opuestos, es decir, colocados á la misma altura, y encima de éstos, otros dos igualmente opuestos, formando cruz con los anteriores. El cáliz, en este caso, está realmente compuesto de dos verticilos; pero como la diferencia de altura en la inserción es casi nula, los botánicos han creído conveniente considerarlo como si formara un solo verticilo.

En fin, cuando el cáliz se compone de un número impar de sépalos, tres ó cinco, estos tres ó cinco sépalos no están realmente dispuestos en verticilo, sinó en espiral y formando un ciclo; pero como los merítalos, en este caso, sobre el receptáculo son muy cortos y los puntos de inserción por lo mismo están muy próximos, se ha considerado á este ciclo como á un verdadero verticilo, con tanta más razón cuanto que esa confusión no presenta ningún inconveniente bajo el punto de vista organográfico.

Posición relativa de los sépalos en la flor — Cuando el cáliz se compone de dos sépalos, están colocados, ora á los lados, uno á la derecha y otro á la izquierda, ora uno delante y otro detrás.

Cuando está compuesto de tres, generalmente uno está delante y los otros dos detrás.

Cuando está compuesto de cuatro, generalmente están en cruz: uno delante, otro detrás, uno á la derecha y otro á la izquierda. En el Llantén, sin embargo, dos están delante y los otros dos detrás.

Cuando está compuesto de cinco, casi siempre hay dos delante, uno detrás, uno á la derecha y otro á la izquierda. Sin embargo, en muchas Papilionáceas, en los Lobeliáceœs, etc., la posición es inversa, es decir, los dos adjuntos están detrás.

Cuando está compuesto de seis, se observan dos delante, dos detrás y uno de cada lado.

En fin, cuando hay muchos, como en las Camelias, están sobre una espiral que es continuación de la que forman las brácteas.

CÁLIZ GAMOSÉPALO Y CÁLIZ ELEUTEROSÉPALO — Los sépalos pueden soldarse entre sí de manera á formar un solo cuerpo, ó permanecer completamente libres: en el primer caso se dice que el cáliz es *gamosépalo*, y en el segundo *eleuterosépalo* (1).

En el cáliz gamosépalo, la soldadura de los bordes puede ser completa ó incompleta: en el primer caso, el cáliz es *entero*; en el segundo, es *escotado*.

Cuando el cáliz es *escotado* tiene tantos recortes como sépalos se han soldado.

Los antiguos botánicos, que ignoraban que el cáliz gamosépalo estuviera formado por la soldadura de los sépalos, aplicaron á las escotaduras del borde de ese cáliz las mismas expresiones que á las escotaduras del limbo de las hojas; y nosotros, para no crear nuevas palabras, también las adoptamos, siempre en la convicción de que no reportarán ningún inconveniente á las inteligencias ya prevenidas. El cáliz *gamosépalo* es, pues, *partido* cuando los sépalos sólo están reunidos por su base, pareciendo ser libres; *hendido* cuando la soldadura llega hasta la mitad de los bordes, más ó menos; *dentado* cuando llega hasta el vértice, pero sin ser completa. El *partido* puede ser: *bipartido*, *tripartido*, *cuadripartido*, *quinquepartido*, *multipartido*, etc.; el *hendido*: *bífido*, *trífido*, *cuadrífido*, *quinquéfido*, *multífido*, etc.; y el *dentado*: *bidentado*, *tridentado*, *cuadridentado*, *quinquedentado*, *multidentado*, etc.; según que el número de sépalos soldados sea dos, tres, cuatro, cinco ó muchos.

En el cáliz gamosépalo se distinguen tres partes: el *tubo*, la *garganta* y el *limbo*. El *tubo* es aquella parte, de más ó

(1) En nuestra primera edición dijimos *monosépalo* y *polisépalo*; pero ahora, ateniéndonos más á la etimología de las palabras, debemos desechar esos nombres, pues monosépalo significa sólo un sépalo, y polisépalo muchos sépalos, estén ó no soldados.

Algunos botánicos llaman *cáliz dialisépalo* al que nosotros hemos llamado eleuterosépalo.

menos extensión, que se parece á un tubo; la *garganta* es la entrada del tubo; y el *limbo* es la parte superior que se prolonga en lámina delgada más allá de la garganta: estas tres partes se observan claramente en el Clavel.

La forma de estas diversas partes varía según las plantas: el tubo, de cilíndrico puede pasar á un cono invertido ó á una pequeña esfera; la garganta, en ciertos cálices, se parece á un embudo.

Regularidad é irregularidad del cáliz eleuterosépalo — El cáliz eleuterosépalo puede ser *regular* é *irregular*. Es *regular* siempre que las partes que le constituyen son iguales entre sí, insertas á la misma altura, y separadas por intervalos iguales; es también *regular*, aunque las diversas partes que le constituyen sean desiguales entre sí ó insertas á alturas diferentes ó no equidistantes, con tal que estas desigualdades de forma y de inserción se sucedan al rededor del centro de la flor, siguiendo una ley uniforme.

El cáliz eleuterosépalo, al contrario, es *irregular* siempre que las diversas partes que le constituyen son desiguales entre sí, insertas á alturas diferentes, no equidistantes, y que estas diferencias de forma y de inserción no siguen al rededor del centro de la flor una ley uniforme.

Regularidad é irregularidad del cáliz gamosépalo — El cáliz gamosépalo puede ser, igualmente, *regular* é *irregular*. Es *regular* cuando los sépalos que le constituyen son iguales entre sí, insertos á la misma altura, equidistantes y reunidos de la misma manera; es también regular, aunque los sépalos sean desiguales entre sí, insertos á diferentes alturas, no equidistantes y reunidos de diversas maneras, con tal que estas desigualdades de forma, inserción y soldadura, tengan uniformidad al rededor del centro de la flor.

El cáliz gamosépalo, al contrario, es irregular cuando faltan esas condiciones.

Para la regularidad del cáliz gamosépalo se necesita, pues,

una condición más, que para la regularidad del cáliz eleuterosépalo. Los sépalos pueden ser iguales entre sí, insertos á la misma altura y separados por intervalos iguales, y sin embargo el cáliz gamosépalo será irregular sino están todos soldados á la misma altura.

Desigual desarrollo del cáliz en las diversas flores de una inflorescencia — En algunas plantas, como las Hortensias silvestres, las flores de cada uno de los grupos son heterogéneas: las de la circunferencia tienen un cáliz grande y coloreado, y las del centro le tienen relativamente pequeño y casi invisible. Pero este inconveniente ha sido obviado por medio del cultivo: en efecto, las Hortensias cultivadas tienen igual desarrollo en el cáliz de las flores de las circunferencias y en el cáliz de las flores del centro. Hé ahí la razon por que se llaman *Hortensias simples* á las silvestres y *Hortensias dobles* á las cultivadas.

Duración del cáliz — El cáliz, relativamente á su duración, puede ser *caduco* y *persistente*. Es *caduco* cuando cae tan pronto como la flor se abre (ej.: Adormidera), ó cuando el fruto comienza á madurar (ej.: Alelí); es *persistente* cuando persiste hasta después de abrirse la flor y acompaña al fruto en su madurez (ej.: Morera). En el último caso continúa generalmente su crecimiento y se vuelve carnoso.

De ordinario los cálices eleuterosépalos son caducos, y persistentes los gamosépalos.

Color del cáliz — Aunque en la mayor parte de las plantas los sépalos son verdes, hay sin embargo algunas excepciones: el cáliz de la Capuchina es amarillo, el del Granado y el de la Fuchsia son rojos.

COROLA

La *corola* es el verticilo interno de un perianto doble.

Protege inmediatamente al androceo y al gineceo y á su vez ella está protegida por el cáliz. Ordinariamente está formada por una sustancia tan delicada, que basta el más mínimo contacto para alterarla: si se toca con los dedos, aun con la mayor delicadeza posible, la corola de un Albohol (Campanilla), por ejemplo, se le produce una mancha indeleble.

Los diferentes órganos cuyo conjunto constituye la corola llevan el nombre de *pétalos*. Se componen ordinariamente de dos partes: una ensanchada, el *limbo*; otra delgada, que une el limbo al receptáculo, la *uña* (ej.: Alelí.— Fig. 26). En algunas plantas, la uña falta por completo y entonces el limbo se inserta inmediatamente sobre el receptáculo: es un *pétalo sentado* (ej.: Heléboro de invierno. — Fig. 28).

Formas y recortes del limbo — Lo mismo que las hojas, los pétalos, que no son sino hojas modificadas, presentan formas y dimensiones muy variadas. Ya, el borde de su limbo es entero; ya, profundamente escotado. En este último caso, lo mismo que las hojas, los pétalos pueden ser *dentados*, *lobulados*, *aserrados*, *etc.*

En la Aguileña (*Aquilegia vulgaris*) cada uno de los pétalos presenta en su base, un poco por encima del punto de inserción, un largo apéndice tubuloso llamado por los botánicos *espolón*. En el Acónito (*Aconitum napellus*), dos de los pétalos simulan un casco colocado en la extremidad de una larga uña.

En las Polígalas, uno de los pétalos se parece á una barquilla y lleva en una de sus extremidades un mechón de apéndices filiformes que varía según las especies: se conoce ese pétalo con el nombre de *carena*, nombre debido á su forma.

Se podrían citar otras formas, de las muchas que presentan los pétalos; pero no queriendo abusar de la memoria de quien nos lee, prescindiremos de ello.

Nervadura de los pétalos — Generalmente los pétalos

tienen tres nervios: uno mediano y dos laterales. Estos tres nervios no están dispuestos del mismo modo en todas las plantas: ora, penetran separados del receptáculo á la uña, y entonces se distinguen los tres en la base del pétalo (ej.: Heléboro de invierno. — Fig. 28); ora, se reunen formando uno solo en el punto en que pasan del receptáculo al



Fig. 26. — Pétalo del Alelí.



Fig. 27. — Pétalo del *Cerastium precox.*

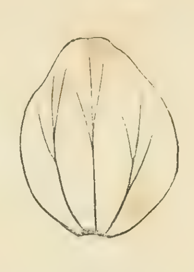


Fig. 28. — Pétalo de la corola interna del Eléboro de invierno.

pétalo, para separarse casi inmediatamente (ej. *Cerastium præcox.* — Fig. 27); ora, en fin, y es el caso más frecuente en los pétalos provistos de uñas, los nervios permanecen reunidos formando uno solo en toda la longitud de la uña, y no se separan sino donde empieza la dilatación del limbo (ej.: *Chairanthus cheiri.* — Fig. 25).

Modo de inserción de los pétalos — Cuando la nervadura de los pétalos es tal que los tres nervios pasan aislados del receptáculo á la uña, los pétalos siempre se insertan sobre una superficie bastante ancha del receptáculo; y como esta inserción es siempre horizontal, las señales que dejan cuando se desprenden tienen el aspecto de un arco de círculo.

Cuando la nervadura está, al contrario, dispuesta de tal modo que los nervios se han reunido formando uno solo en el punto

en que pasan del receptáculo á la uña, como la base del pétalo ordinariamente es estrecha, la señal que dejan cuando caen es pequeña y redondeada.

¿Qué se entiende por pétalo regular?—Un pétalo es *regular*, cuando se puede dividir longitudinalmente en dos mitades simétricas; es *irregular*, en el caso contrario.

Naturaleza morfológica de los pétalos—Si es frecuente observar las transiciones de las brácteas á los sépalos que nos demuestran claramente las analogías de estos órganos y su origen común; más frecuente es todavía observar las transiciones entre los sépalos y los pétalos.

En la flor del *Calycanthus floridus*, las divisiones del perianto son numerosas: las externas son verdes y las internas claramente coloreadas de púrpura. Fácilmente se comprende que las primeras son verdaderos sépalos y las segundas verdaderos pétalos; pero entre estos órganos tan netamente caracterizados, hay un sinnúmero de otros que se confunden de tal manera con los sépalos externos verdosos y los pétalos internos purpúreos, que es completamente imposible saber dónde acaba el cáliz y dónde empieza la corola. ¿No es esto una prueba palpitante de la analogía que existe entre los pétalos con los sépalos, y por consiguiente con las brácteas y con las hojas? ¿Gœthe no tuvo razón al decir: que los pétalos, los sépalos, las brácteas y las hojas eran todos modificaciones de un sólo órgano? ¿No es fundada la denominación de todas estas partes con el nombre de *órganos apendiculares*?

Número de los pétalos en la corola—El número de los pétalos en la corola varía como el número de los sépalos en el cáliz.

Algunas veces son muy numerosos, y entonces están dispuestos en espiral, y presentan las transiciones de una parte con los sépalos y de otra con los estambres; pero generalmente son pocos y en este caso están siempre dispuestos en verticilo.

La corola puede estar formada por un solo verticilo de pétalos, por dos ó por varios. Cuando está formada por dos verticilos, el interno *alterna* generalmente con el externo, es decir, los pétalos del verticilo interno están colocados delante de los intervalos que separan á los pétalos del verticilo externo; sin embargo, se ha visto, aunque con rareza, que estos verticilos pueden ser *sobrepuestos*.

No hay ninguna relación entre el número de verticilos del cáliz con el número de verticilos de la corola: ya es igual, ya diferente.

Sucede algunas veces que los pétalos, aunque dispuestos en dos verticilos, no lo están en igual número en cada uno de ellos: en la Ficaria como en la Hepática, hay dos verticilos de pétalos; pero mientras que la Hepática tiene tres pétalos en cada uno de los verticilos, la Ficaria tiene tres en el primero y de tres á siete en el segundo. Diremos más adelante, al hablar del *desdoblamiento*, que esta diferencia es debida á que en lugar de un pétalo se han desarrollado varios.

Posición de los pétalos con relación á los sépalos — En casi todas las plantas en que no hay sino un solo verticilo de sépalos, éstos *alternan* con aquéllos; es decir, los pétalos están colocados delante de los intervalos que separan á los sépalos. No conocemos sino algunas Ranunculáceas y algunas Ternstremiáceas, en que los pétalos están *sobrepuestos* á los sépalos, es decir, en que aquéllos están colocados exactamente delante de éstos.

Posición de los pétalos en la flor — Sentado ya que los pétalos *alternan* generalmente con los sépalos, es fácil comprender que las posiciones que ya hemos indicado en los sépalos, deben encontrarse aunque en un órden inverso en los pétalos.

En efecto, cuando hay cinco sépalos en el cáliz, y dos son anteriores, dos laterales y uno posterior, si la corola tiene igual número de pétalos, uno es anterior, dos laterales y dos posteriores.

Cuando hay cuatro sépalos en el cáliz y dos son laterales, uno anterior y otro posterior, si la corola tiene igual número de pétalos, dos son anteriores y los otros dos posteriores. Al contrario, si en el cáliz dos sépalos son anteriores y los otros posteriores, en la corola un pétalo es anterior, dos laterales y el otro posterior.

Corola eleuteropétala y corola gamopétala — Las corolas, como los cálices, pueden ser *eleuteropétalas* y *gamopétalas*. Las *eleuteropétalas*, tales como las de la Rosa, del Clavel, y del Alelí, tienen sus pétalos completamente separados, de manera á poderse desprender uno de ellos, sin tocar á los demás. Las *gamopétalas*, tales como las de la Campanilla, del Tabaco, de la Borraja, tienen sus pétalos reunidos entre sí por los bordes, de manera que no es posible levantar uno de ellos sin arrancar toda la corola.

En la corola gamopétala, los pétalos pueden soldarse: ó en toda la extensión de sus bordes, y entonces se dice que es *entera;* ó solo en su base, y entonces se dice que es *bipartida, tripartida, cudripartida,* etc., según el número de pétalos que entren en su composición; ó sólo hasta la mitad, y entonces se dice *bífida, trífida, cuadrífida,* etc.; ó casi hasta el vértice, y entonces se dice *bidentada, tridentada, cuatridentada,* etc.

En la corola gamopétala se distinguen tres partes: el *tubo,* la *garganta* y el *limbo*: el *tubo* es la parte inferior de más ó menos extensión, que se parece á un tubo; el *limbo*, es la parte superior, ordinariamente dilatada y de borde escotado; y la *garganta* es la línea de demarcación entre el tubo y el limbo. Las formas y dimensiones de estas diversas partes varían en las diferentes plantas.

Nervadura de la corola gamopétala — Puesto que la corola gamopétala está compuesta de pétalos reunidos por sus bordes, deben encontrarse en ella los mismos modos de nervadura que en la corola eleuteropétala, y en efecto es así. En las Prímulas, sin embargo, se observa algo más: cada nervio,

que se convierte en un estambre alterno con las divisiones de la corola, se continúa en el limbo de esta corola y se bifurca en el punto donde termina la reunión de los pétalos, en dos ramas que guarnecen como un ribete los lados del pétalo. En los Compuestos, los nervios de los pétalos se atrofian, y la nervadura consiste solamente en los nervios alternos que se bifurcan.

Cuando la corola se compone de dos verticilos de pétalos,



Fig. 29.—Flor de Alelí (Corola cruciforme).



Fig. 30 — Flor de *Silene pendula* (Corola cariofilada).

los dos verticilos pueden ser eleuteropétalos, ó uno gamopétalo y el otro eleuteropétalo.

Regularidad é irregularidad de la corola eleuteropétala — Se dice que la corola eleuteropétala es *regular*, si todos los pétalos son del mismo tamaño, están insertos sobre el receptáculo á la misma altura, y si están separados por intervalos iguales; se dice también que es *regular*, aunque falten aquellas condiciones, con tal que las desigualdades de forma y de inserción sigan una ley uniforme al rededor del centro de la flor.

Al contrario, se dice que es *irregular*, si los pétalos son desiguales, no insertos sobre el receptáculo á la misma altura, no equidistantes, y si estas desigualdades de forma é inserción no siguen una ley uniforme al rededor del centro de la flor.

Regularidad é irregularidad de la corola gamopétala — Se dice que la corola gamopétala es *regular*, cuando todos los pétalos son iguales, insertos sobre el receptáculo á la



Fig. 31. — Corola rosácea.



Fig. 32. — Corola papilonácea.

misma altura, equidistantes, y soldados entre sí al mismo nivel; dícese también *regular*, aunque falten aquellas condiciones, si esas desigualdades de forma, inserción y soldadura tienen regularidad al rededor del centro de la flor.

En todos los otros casos, al contrario, se dice que es *irregular*.

Para la regularidad de la corola gamopétala se necesita, pues, una condición más que para la regularidad de la corola eleuteropétala: la soldadura de los pétalos al mismo nivel, ó, en caso contrario, con uniformidad.



Fig. 33. — Corola papilonácea extendida.

Formas diversas de la corola eleuteropétala regular — Tournefort, que ha tomado por base de su clasificación las diversas formas de la corola, distingue en las corolas eleuteropétalas regulares, tres modificaciones principales:

1.ª *Corola cruciforme* — Es la que está compuesta de cuatro pétalos dispuestos en cruz: carácter constante en la Col, el Nabo, la Mostaza, el Alelí y otras

plantas del grupo de las Crucíferas. En general, los pétalos en esta forma de corola tienen una uña (Fig. 29).

2.ª *Corola cariofilada* — Es la que está compuesta de cinco pétalos, cuyas uñas muy largas están ocultas por el cáliz, como en el Clavel (Fig. 30).



Fig. 34. – Flor de Consuelda mayor. (Corola tubulosa).



Fig. 35. – Flor de Tabaco. (Corola infundibuliforme).

3.ª *Corola rosácea* — Es la que está compuesta de tres, cuatro, cinco ó seis pétalos sin uñas y dispuestos á manera de roseta, como en la Rosa y el Ranúnculo (Fig. 31).

FORMAS DIVERSAS DE LA COROLA ELEUTEROPÉTALA IRREGULAR — Todas las modificaciones de la corola eleuteropétala irregular han sido agrupadas por Tournefort en dos tipos principales:

1.º *Corola papilionácea ó amariposada* — Es la que se compone de cinco pétalos, que siendo de variadas formas han recibido nombres particulares: uno que generalmente es posterior,

el *estandarte*; dos laterales, las *alas*; y dos anteriores, la *carena* ó *quilla*. Estos dos últimos siempre se tocan y algunas veces también se sueldan por sus bordes contiguos formando una especie de navecilla: de ahí el nombre *carena* con que se les distingue (Figs. 32 y 33).

2.° *Corola anómala* — Tournefort reune bajo esta vaga de-



Fig. 36. — Flor de Albohol—*Campanilla*.—(Corola campanulada).



Fig. 37. — Flor de Lila. (Corola hipocrateriforme).

nominación, todas las corolas eleuteropétalas irregulares que no son papilionáceas, como la del Acónito.

Formas diversas de la corola gamopétala regular — Las modificaciones principales de la corola gamopétala regular pueden reunirse en seis variedades:

1.ª *Corola tubulosa* — Es la que tiene el limbo cilíndrico como el tubo, con la sola diferencia que su diámetro es mayor á partir de la garganta hacia arriba, como en la Consuelda mayor (Fig. 34).

2.ª *Corola infundibuliforme* ó en embudo — Es aquella en que el tubo es cilíndrico y el limbo se dilata gradualmente de

la garganta al vértice en forma de campana invertida, como en el Tabaco (Fig. 35).

3.ª *Corola campanulada* — Es una corola infundibuliforme cuyo tubo es nulo, como en la Campanilla (Fig. 36).

4.ª *Corola hipocrateriforme* — Es la que tiene el tubo cilíndrico y el limbo aplastado en su vértice á manera de un platillo, como en las Lilas, los Jazmines, etc. (Fig. 37).

5.ª *Corola rotácea* — Es aquella cuyo tubo casi nulo tiene el limbo aplastado á manera de un platillo, como en la hipocrateriforme (Fig. 38).

6.ª *Corola urceolada* ó en odre — Es aquella en que el limbo es casi nulo, y el tubo hinchado en el centro y estrechado en la parte superior (Fig. 39).



Fig. 38. — Flor de Lisimaquia. (Corola rotácea).

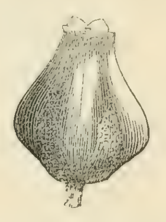


Fig. 39. — Flor de Madroño. (Corola urceolada).

Formas diversas de la corola gamopétala irregular — Las modificaciones diversas de la corola gamopétala irregular se reducen á tres:

1.ª *Corola ligulada* Es aquella cuyo limbo siendo cilíndrico como el tubo en su parte inferior, se abre de un lado á cierta altura y se inclina hacia el opuesto en forma de una lengüeta plana terminada por unos pequeños dientes, como en la Achicoria y el Diente de león (Fig. 40).

2.ª *Corola labiada* — En esta, el tubo es más ó menos largo y el limbo se ha dividido transversalmente en dos partes, que se llaman labios: el superior está constituído por dos pétalos reunidos casi hasta el vértice y presenta dos divisiones más ó

menos pronunciadas; y el inferior lo está por tres pétalos reunidos en más ó menos extensión y presenta tres divisiones, una inferior que generalmente es la más notable y dos laterales (ej.: Salvia, Fig. 41).

3.ª *Corola personada* — Es una corola labiada, en que la gar-

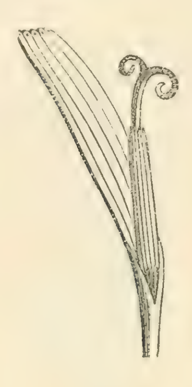


Fig. 40. — Flor de Diente de león. (Corola ligulada).



Fig. 41. — Flor de *Salvia bicolor*. (Corola labiada).

ganta, en lugar de estar muy abierta, está cerrada por un hinchamiento del labio inferior, como en los Sapitos (Fig. 42).

Apéndices de la corola — Las corolas gamopétalas ó eleuteropétalas pueden estar provistas de apéndices particulares: en la base de los pétalos de algunos Ranúnculos se observa una pequeña escama carnosa; cinco laminillas dentadas y salientes guarnecen la entrada de la corola del Laurel-Rosa; en casi todas las Borrajíneas europeas existe, al nivel de la entrada del tubo, una porción de tejido petalóide levantado en forma de joroba, redondeado, cilíndrico ó prismático por encima y ahuecado por debajo de manera que representa un saco invertido (ej.: Consuelda mayor, Borraja, etc.).

Desigual desarrollo de la corola en las flores de una misma inflorescencia — La corola no es siempre igual, en to-

das las flores de un grupo. En efecto, al hablar de las *flores compuestas*, que son verdaderas capítulas, hemos visto que en algunas plantas, como las Dalias, las corolas de las flores de la circunferencia se desarrollan mucho, y se vuelven irregulares y *liguladas* (Fig. 41), mientras que las corolas de las flores del centro crecen mucho menos y quedan regulares y *tubulosas* (Fig. 35), y que *hacer doblar* una Dalia es casi la misma cosa que *hacer doblar* una Hortensia, porque en uno y otro caso, se obtiene por medio del cultivo que las flores del centro de una inflorescencia, que naturalmente son diferentes de las de la circunferencia, se parezcan á estas completamente.

DURACIÓN DE LA COROLA — La mayor parte de las corolas duran poco: casi siempre se marchitan y caen poco tiempo después de la expansión de la flor; sin embargo, algunas veces persisten, y entonces se llaman *permanentes*.

COLOR Y SUPERFICIE DE LA COROLA — El color de las corolas es extremadamente variado; sin embargo, es muy raro encontrarlas verdes, y jamás se han observado corolas negras.

En la Rosa de Jericó, la corola nace blanca y después poco á poco se vuelve coloreada.

La superficie de los pétalos puede ser perfectamente lisa y como barnizada, ó cubierta por una multitud de pequeñas elevaciones cónicas que le dan la apariencia de terciopelo, ó por verdadero vello ó por pequeñas fositas; pero, en general, es unida sin ser lisa ni vellosa.

ANDROCEO

El *androceo* es el conjunto de los estambres, ó sean los órganos sexuales masculinos de las flores.

Los *estambres* constan de tres partes principales: el *filamento*, que representa el peciolo de la hoja; la *antera*, que representa un limbo soldado por sus bordes de modo á formar un saco; y el *polen*, polvo amarillento que está en-

cerrado en la antera y elemento esencial para la fecundación.

Filamento — El *filamento* del estambre es á la antera, lo que la uña al limbo del pétalo, lo que el peciolo al limbo de la hoja: es un sustentáculo. Puede ser muy corto y entonces se dice que la antera es *sentada*: pero generalmente es tan largo que alza á la antera más arriba aun del perianto. Se parece á menudo á un hilo; pero algunas veces se dilata y toma un aspecto petalóide (ej.: *Nimphœa alba*, Fig. 49).

Antera — La *antera* está colocada en el vértice del filamento: está constituída generalmente por un saco dividido en

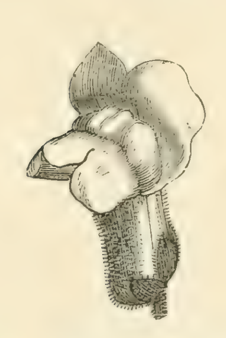


Fig. 42. — Flor de *Antirrhinum majus*. (Corola personada).



Fig. 43. — Estambre del *Monimia*.

dos cavidades que los botánicos llaman *logias*. Las dos logias del antera están al principio completamente cerradas y contiene el polen; pero, en el momento de la fecundación, cada una se vuelve *dehiscente*, es decir, se abre para dejar salir el polen, formando un agujero ó una hendidura.

Cuando la *dehiscencia* tiene lugar por una hendidura sobre cada logia, la hendidura se produce, ó de arriba hacia abajo, ú horizontalmente: en el primer caso es *longitudinal*, en el segundo *transversal*. Cuando es por un agujero, este se llama

poro, y puede estar colocado en el vértice ó en la base de cada logia. En los *Monimia* (Fig. 43) hay sobre cada una de las logias de la antera, una especie de válvula que se levanta en cierto momento para dejar salir el polen.

Las dos logias de la antera están separadas entre sí por un cuerpo de extructura y aspecto muy variados, que se llama *conectivo:* muy delgado en el Tulipán, muy grueso en la Vincapervinca, forma en la Salvia dos ramas muy largas que llevan cada una en su extremidad una logia de antera.

Las anteras son generalmente *biloculares*, es decir, de dos logias; pero las hay también *uniloculares:* sea porque las dos que existían al principio, se hayan confundido en una; sea porque realmente no hay más que una, por atrofia de la otra. Otras veces, como en los Laureles, las anteras son *cuadrilocures:* cada una de las dos logias se ha dividido, por un tabique horizontal, en otras dos sobrepuestas.

La parte de la antera que da hacia el pistilo, se llama *faz;* la que da hacia la corola, *dorso*.

Cuando la antera es bilocular, el conectivo siempre está colocado en medio de las logias, las cuales se hallan, una á su derecha y otra á su izquierda; pero el conectivo no tiene siempre la misma forma: á veces es igualmente espeso por todas partes, y entonces las dos logias son completamente idénticas, y los dos surcos que las separan, uno delante y otra detrás, son iguales entre sí; otras, y es lo más general, es más grueso sobre el dorso que sobre la faz, y entonces las logias están más próximas por el lado del pistilo, ó en otros términos, el surco que las separa por la faz es más estrecho que el opuesto; en fin, en algunas plantas, el conectivo, al contrario, es más grueso por la parte de la faz, y por lo mismo las logias están más próximas por el dorso. En el primer caso, la dehiscencia, cuando consiste en una hendidura longitudinal sobre cada logia, se llama *lateral*, porque las dos hendiduras son opuestas sobre los lados de la antera; en el segundo, *introrsa*, porque las dos hendiduras quedan sobre la faz; y por último, en el tercero, la dehiscencia es *extrorsa*, porque las dos hendiduras quedan sobre el dorso.

En fin, la antera se suelda al filamento de dos maneras diferentes: ora, su conectivo se continúa con él como si fuera su prolongación; ora, se inserta por un solo punto de su superficie sobre la extremidad delgada del filamento. En el primer caso, la antera es inmóvil sobre éste y los botánicos la llaman *adnata*; en el otro, es movible y la llaman *oscilante*.

POLEN — El *polen* es ese polvillo que al principio está encerrado en la antera y que generalmente queda libre en el momento de la expansión de las flores (Figs. 44, 45 y 46).

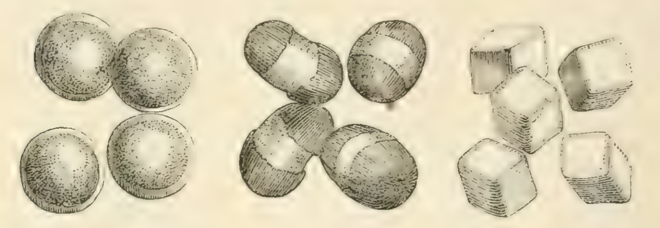


Fig. 44. — Gránulos de polen del *Ranunculus repens*.

Fig. 45. — Gránulos de polen del Pino (*Pinus laricio*).

Fig. 46. — Gránulos de polen del *Basella rubra*.

Examinado con una lente ó mejor con el microscopio, se le ve compuesto por una multitud de pequeñas vesículas llenas por un líquido mucilaginoso, que los antiguos botánicos llamaban *fovilla*.

En algunos casos, la membrana de cada una de estas pequeñas vesículas, que se llaman *gránulos de polen*, es simple (ej.: *Zostera*); pero esos casos son muy raros. Generalmente es doble, es decir, cada vesícula ó gránulo de polen se compone de dos membranas embutidas una dentro de la otra: una interna, *intina*, fina, transparente y muy extensible; otra externa, *extina*, más resistente y que presenta al microscopio aspectos variadísimos.

Aunque, en la mayor parte de las plantas, los gránulos de polen estén separados y presenten el aspecto de un polvo

muy fino, algunas veces, sin embargo, como en las Asclepiádeas y las Orquídeas, están reunidos entre sí, sea por una materia glutinosa elástica (ej.: *Orchis maculata,* Fig. 47), sea por una sustancia líquida que se ha infiltrado entre ellos y que al solidificarse les ha soldado de tal manera que es imposible separarlos (ej.: Liparis Lœselii).

Estas aglomeraciones de gránulos de polen tienen el nom-



Fig. 47. — Masa polénica del *Orchis maculata.*

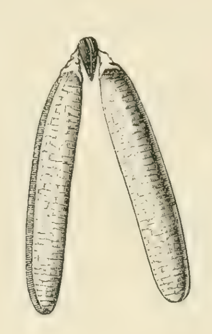


Fig. 48. — Masas polénicas del *Asclepias floribunda.*

bre de *masas polénicas.* En ciertas Orquídeas, (ej.: *Orchis maculata,* Fig. 47), cada una de estas masas polénicas se adelgaza en una de sus extremidades y se termina por un cuerpo glanduloso: la parte adelgazada c, se llama *caudículo* y el cuerpo glanduloso r, *retináculo.* En las Asclepiádeas (Fig. 48), hay generalmente dos masas polénicas en cada antera, y cada uno de los caudículos de estas masas polénicas se reune por intermedio de una glándula con el caudículo de una de las masas polénicas de la antera próxima: resulta de esto que, si con la punta de un alfiler se levanta la glándula, ésta lleva consigo, en forma de balanza, dos masas polénicas pertenecientes á dos anteras contiguas.

Adherencia de los estambres — Los estambres pueden adherirse entre sí ó con los otros verticilos de la flor. Cuando se adhieren entre sí, pueden hacerlo por los filamentos ó por las anteras. En el primer caso se deben llamar: *gamodelfos* si forman un solo grupo, *digamodelfos* si forman dos, *trigamodelfos*, si forman tres, etc.; en el segundo dan á las plantas que los llevan el nombre de *sinantéreas*. Cuando la adherencia no tiene lugar se les llama *libres*, pudiendo también llamárseles *eleuterodelfos*.

Se concibe fácilmente que la adherencia de los estambres por las anteras, en el caso de quedar libres los filamentos, debe tener lugar posteriormente á su nacimiento; pero no sucede lo mismo cuando la adherencia se efectúa por los filamentos. En este caso, la soldadura puede ser *congenital*, como en el Lino, es decir, que en ningún período de su desarrollo han sido libres, sino que ya han nacido soldados; ó bien *postnata*, como en la Balsamina, es decir, que la soldadura ha tenido lugar posteriormente al nacimiento.

La adherencia de los estambres con la corola es tan frecuente, que se puede decir que en las flores de corola gamopétala existe casi siempre (ej.: Floripondio).

La adherencia con el pistilo puede ser aparente ó real: es aparente cuando la reunión tiene lugar por intermedio de un cuerpo que se llama *ginóforo*, que es un entrenudo del eje floral; es real, cuando la soldadura es inmediata, formando en este caso los dos órganos un cuerpo complexo en el centro de la flor, que Sachs ha llamado *ginostema* (ej.: Orquídeas).

Naturaleza morfológica de los estambres — En la mayor parte de las plantas, la forma de los estambres es tan diferente de la de los pétalos, que parece imposible encontrar la menor analogía entre estos dos órganos; pero en otras, como en el Nenúfar blanco (*Nimphœa alba*, Fig. 49), en donde los pétalos y los estambres son numerosos y dispuestos en espiral, y la transición de los unos á los otros es casi insensible, es muy difícil determinar donde termina la corola y donde princi-

pia el androceo: esto nos demuestra que *los estambres son modificaciones de los pétalos.*

Como, por otra parte, hemos demostrado la analogía que existe entre los pétalos y los sépalos, entre los sépalos y las brácteas, y entre éstas y las hojas, es lógico concluir que: *las brácteas, los sépalos, los pétalos y los estambres no son sino modificaciones de un solo órgano, la hoja, y que todos son órganos apendiculares.*

NÚMERO ABSOLUTO DE LOS ESTAMBRES — El número absoluto de los estambres es muy variable: hay plantas *monandras,*



Fig. 49. – Metamórfosis de los pétalos en estambre, en el Nenúfar blanco.

diandras, triandras, tetrandras, pentrandras, heptandras, octandras, enneandras, decandras, dodecandras, poliandras, es decir, de androceo compuesto de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 ó más estambres. Linneo observó que en aquellas plantas en que los estambres no son más de doce, generalmente hay un número constante para una misma especie: de ahí que basara en ese dato las once primeras clases de su sistema de clasificación.

Los estambres, como los sépalos y los pétalos, pueden estar dispuestos en espiral ó en verticilo: cuando están en espiral, generalmente hay muchos; al contrario, generalmente son pocos, cuando están dispuestos en verticilo.

NÚMERO DE VERTICILOS EN EL ANDROCEO — En las flores cuyas corolas son gamopétalas, generalmente hay un solo ver-

ticilo de estambres (ej.: Solanáceas, Borragíneas, Primuláceas, etc.); con rareza se observan dos (ej.: *Erica*).

En las flores cuyas corolas son eleuteropétalas: ora hay un solo verticilo de estambres (ej.: Vid, Lino, Malvas); ora, dos (ej.: Clavel, Geranio), y raramente más de dos (ej.: Rosa, Fresal).

Número y posición de los estambres con relación á los pétalos — El número de los estambres no está siempre en relación con el número de los pétalos: en los *Humirium*, el androceo está compuesto de veinte estambres dispuestos en un verticilo, y sólo hay cinco pétalos en la corola; la Valeriana tiene cinco pétalos, y sólo tres estambres.

Cuando el androceo tiene dos verticilos de estambres, el número de éstos no siempre es igual en cada uno de los verticilos: el Junco florido (*Butomus umbellatus*), tiene seis estambres agrupados de á dos en el verticilo externo, y sólo tres en el interno.

Cuando hay un solo verticilo de estambres, con frecuencia alternan con los pétalos, como en las Solanáceas y las Borragíneas; sin embargo, en algunas plantas, como en las Viñas y las Prímulas, les son sobrepuestos. Habiendo dos verticilos, uno es alterno, y el otro sobrepuesto; en general, es sobrepuesto el más externo, que es el que tiene los estambres más pequeños, si hay diferencia de dimensión entre los estambres de ambos verticilos.

Dimensiones relativas de los estambres — En algunas plantas, todos los estambres son iguales entre sí: Lirio, Tulipán, Borraja. En otras, son constantemente desiguales, como lo observó Linneo en las Labiadas y en las Crucíferas. Los estambres de las Labiadas, siempre son cuatro, dos grandes y dos pequeños: Linneo les llamó *didínamos;* los de las Crucíferas, siempre son seis, cuatro grandes y dos pequeños: el mismo autor les denominó *tetradínamos*.

Algunas veces se observan diez estambres, cinco más largos

que los restantes, y dispuestos de manera que los largos alternan con los cortos, es decir, cada largo se encuentra entre dos cortos y recíprocamente (ej.: los *Geranium*). Cuando las flores son *diplostémonas*, es decir, cuando los estambres son en número doble de los pétalos, la mitad de los estambres generalmente son más cortos que la otra mitad (ej.: *Oxalis*).

Regularidad é irregularidad del androceo — El androceo puede ser: *regular é irregular*, como el cáliz y la corola, y por las mismas razones.

Así, es *regular*, cuando todos los estambres son iguales entre sí, insertos sobre el receptáculo á la misma altura, y separados por intervalos iguales; es tambien *regular*, aunque los estambres sean desiguales, insertos sobre el receptáculo á alturas y á distancias desiguales, con tal que esas desigualdades tengan uniformidad en derredor del centro de la flor.

Al contrario, es *irregular*, siempre que los estambres sean desiguales entre sí, ó que estén insertos á alturas diferentes, ó separados por intervalos desiguales, y que esas desigualdades no tengan uniformidad en derredor del centro de la flor.

Estaminodos — Sucede algunas veces que algunos de los estambres constituyentes del androceo de una flor, no tienen anteras ni polen: quedan por consiguiente reducidos al filamento; entonces se dilatan y se vuelven petalóides ó toman otras formas diversas: estos estambres, en parte atrofiados y estériles en cuanto á la producción del polen, han sido designados por los botánicos con el nombre de *estaminodos*, dicción bien elegida porque recuerda el origen y naturaleza de estos órganos.

Flores dobles — Por no sobrecargar la memoria de nuestros lectores, no citamos aquellas plantas en que algunos de sus estambres se vuelven petalóides; pero sí diremos que

hay Anemóneas Silvia que tienen seis pétalos y un gran número de estambres, y otras en que todos los estambres están reemplazados por pétalos: las primeras son de *flores simples* y las otras de *flores dobles*, según expresión de los botánicos.

RECEPTÁCULO

El *receptáculo* es la extremidad del pedúnculo sobre el cual están insertos el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo.

FORMAS DIVERSAS DEL RECEPTÁCULO — Estas formas varían mucho: en los Ranúnculos y los Eléboros, es cónico; el gineceo ocupa la parte superior; el androceo está más abajo, despues viene la corola y por último el cáliz. En los *Myosurus*, es también un cono, pero un cono más largo, que crece todavía después de la floración, y se parece hasta cierto punto á la cola de un ratón, como lo indica el nombre *myosurus*, que Dillenius ha dado á estas plantas.

En los *Cerastium*, el receptáculo es deprimido y se parece á una copa; el cáliz, la corola y el androceo están sobre el borde, y el gineceo en el fondo: el cáliz, la corola y el androceo, están, pues, más arriba que el gineceo. En las Rosas, el receptáculo es más deprimido aún y toma la forma de una botella, cuyo fondo está cubierto por los pistilos del gineceo, y el cuello lleva el cáliz, la corola y el androceo. En fin, en los Fresales, el receptáculo es una copa como en los *Cerastium*, pero mientras que en éstos el fondo es plano, en los Fresales tiene una elevación, que al principio es simple y más tarde se vuelve carnosa.

Cuando el receptáculo es cónico, el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo, no dejan generalmente ningún espacio entre sí y están por lo mismo muy aproximados; en algunas plantas, sin embargo, hay un gran espacio, sea entre el cáliz y la corola, sea entre ésta y el androceo, ó sea entre éste y el gineceo. Echad una mirada, por ejemplo, sobre una flor de

Alcaparro (*Capparis spinosa*), y os sorprenderéis al ver que el receptáculo, después de haber producido el cáliz, la corola y el androceo, crece aún y se prolonga formando un largo filamento desnudo en cuya extremidad lleva al gineceo; observad la flor de la Pasionaria, y constataréis fácilmente que el androceo y el gineceo están insertos mucho más arriba que las partes componentes del perianto.

Cuando el receptáculo es deprimido, hay casi siempre, al contrario, un largo trecho desnudo sobre el receptáculo, entre el gineceo de una parte, y el androceo, la corola y el cáliz de la otra: así, en el Cerezo y la Rosa, plantas en que el cáliz, la corola y el androceo están insertos sobre el borde de la copa receptacular, mientras que el gineceo lo está en el fondo, toda la pared interna de la copa receptacular está completamente desnuda. Son muy raras las plantas de receptáculo deprimido, que tienen la pared interna de la copa receptacular cubierta por los pistilos y por los estambres.

Por último, en algunas plantas el receptáculo es completamente plano, y entonces todos los órganos florales están insertos á la misma altura.

ESTAMBRES HIPOGINOS, PERIGINOS Y EPIGINOS — El receptáculo floral, puede, pues, ser: cónico, plano y deprimido. En el primer caso, los estambres quedan debajo del gineceo: *estambres hipoginos*; en el segundo, en su derredor: *estambres periginos*; y en el último, encima: *estambres epiginos*. A. L. de Jussieu daba gran importancia á este dato, sacado de la posición de los estambres relativamente á la del gineceo, y le ha servido como una de las bases fundamentales de su clasificación.

GINECEO

El *gineceo* ocupa el centro de la flor: es el cuarto y último verticilo floral, que está compuesto de uno ó varios *pistilos*, ó sean los órganos sexuales femeninos de las flores.

El *pistilo*, cuando es completo, se compone de tres partes: el *ovario*, el *estilo* y el *estigma*.

El *ovario* es la parte más importante del pistilo, pues en él germinan los *óvulos* ó sean los elementos sexuales femeninos de las plantas: se encuentra en la parte inferior del pistilo.

El *estilo* es un filamento que une el estigma al ovario: algunas veces se presenta hueco, pero generalmente es sólido.

El *estigma* es un conjunto de papilas que ocupan la extremidad superior del pistilo, y que segregan en la época de la fecundación un líquido glutinoso destinado á retener los gránulos polénicos.

Cuando el gineceo se compone de varios pistilos, todos ellos se parecen, y cada uno tiene un ovario y un estilo terminado igualmente por un estigma.

Las diversas partes que constituyen el gineceo, pueden ser estudiadas bajo tres puntos de vista principales: 1.° su extructura, su composición y su forma; 2.° su número y su posición relativamente á los otros órganos florales; 3.° su naturaleza morfológica.

A—EXTRUCTURA, COMPOSICION Y FORMA DE LAS DIVERSAS PARTES DEL GINECEO

Ovario y placenta — El *ovario* puede constar de una ó varias cavidades, que se llaman logias. Cuando consta de una sola cavidad, se llama *ovario unilocular;* cuando consta de dos, tres, cuatro ó más logias, se llama *bilocular*, *trilocular*, *cuadrilocular.... multilocular.*

Cuando el ovario es unilocular, los óvulos ó huevecillos pueden adherírsele de dos maneras diversas: ora, nacen de un cuerpo central — *placenta* — aislado en medio de la cavidad ovariana, como en las Prímulas (Fig. 50); ora, de uno ó varios cordones — *placentas* — que están aplicados á la pared interna de la cavidad ovariana, como en las Violetas, (Fig. 51): en el primer caso, la *placentación*, es decir, el modo cómo los óvulos están unidos al ovario, es *central;* en el segundo, *parietal. Placentas*

son, pues, los cuerpos en que germinan los óvulos; por consiguiente, la placenta es central en las Prímulas, y las placentas son parietales en las Violetas.

Cuando la cavidad ovariana está dividida en varias logias, los óvulos están casi siempre unidos en cada una de ellas á la parte más próxima del eje floral, es decir, en el lugar que los



Fig. 50. — Pistilo de la Prímula de la China, cortado transversalmente para mostrar que la placenta es central.

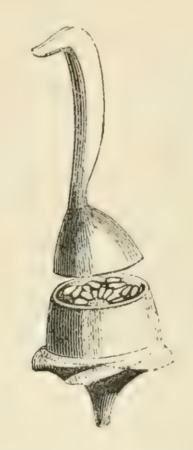


Fig. 51. — Pistilo de la Violeta, cortado transversalmente para mostrar que hay tres placentas parietales.

botánicos llaman ángulo interno de cada logia: en este caso la placentación es axilar (ej.: Tulipán, Fig. 52).

Existen, pues, tres modos de placentación: la *placentación central*, la *parietal* y la *axilar*. Las dos primeras se encuentran de ordinario en el ovario unilocular; la tercera sólo se encuentra en el ovario plurilocular.

En algunos ovarios pluriloculares, los óvulos están insertos en cada logia, no en el ángulo interno, sino en la pared opuesta, y por consiguiente, las placentas en vez de ser axilares, son parietales (ej.: Alelí). Esta excepción á la regla general: *todo ova-*

rio plurilocular tiene las placentas axilares, es muy rara, y según su organogenia es más aparente que real.

Formas de las placentas — Las placentas parietales forman ordinariamente poca eminencia en el interior de los ovarios; sin embargo, en la Adormidera (*Papaver somniferum*) y en el Zapallo — Calabaza — *Cucurbita pepo* están formadas por unas láminas verticales que llegan casi hasta el centro del ovario y dividen por lo mismo su cavidad en varias logias incompletas; pero la inserción de los óvulos es diferente en ambas plantas: en la Adormidera toda la superficie placentaria está cubierta por los óvulos, mientras que en el Zapallo están insertos en dos líneas colocadas lateralmente.

En el *Nemophila phaceloides* las dos placentas parietales de que está provisto tienen formas semilunares, y están adheridas á la pared ovariana por su parte convexa, y se miran por la cóncava que es donde están insertos los óvulos.

Las placentas axilares, al contrario, forman de ordinario eminencias en el interior de las logias ovarianas: en la Patata y en general en todas las Solanáceas y Escrofularíneas, cada una de las dos logias ovarianas están casi enteramente llenas por sus placentas axilares, que están cubiertas por completo de óvulos; y en la *Begonia incarnata*, del ángulo interno de cada logia parten dos láminas verticales también completamente cubiertas de óvulos que se dirigen hacia la pared externa, llenándola casi por entero.

La placenta central varía también mucho en su forma, según las plantas: en las Prímulas (Fig. 50) ocupa casi toda la cavidad ovariana; en la *Dionæa muscipula* tiene la forma de un rodete anular, en cuyo derredor se insertan los óvulos; y en los *Celosia* forma un mamelón apenas saliente, sobre el cual germinan los óvulos, siendo llamada en este caso por los botánicos *placenta basilar*.

Número de las placentas — En el ovario plurilocular, sean las placentas axilares como en los *Geranium*, ó parietales como en

el *Mesembryanthemum edule*, el número de las placentas es siempre igual al número de las logias; pero unas veces está formada por un cuerpoú nico (ej.: Escrofularia), y otras se divide en dos láminas más ó menos prominentes (ej.: *Bignonia incarnata*).

En el ovario unilocular con placentas parietales, el número de éstas es muy variable: hay dos en el *Nemophila phaceloides*, tres en la Violeta, etc.

Cuando el gineceo se compone de varios pistilos, es regla general que el ovario de cada uno de estos pistilos es siempre unilocular y los óvulos siempre están insertos sobre sus paredes; además, no tiene más que una placenta y ésta siempre está colocada en la *pared ventral*, es decir, en la pared más próxima del centro de la flor. Esta regla tiene muy pocas excepciones, de las que una presenta el Junco florido, que tiene los óvulos insertos en dos placentas parietales colocadas en las caras laterales de cada ovario.



Fig. 52. — Ovario del Tulipán, cortado transversalmente para mostrar la placentación axilar.

En fin, en el ovario unilocular de placentación axilar, generalmente no hay más que una sola placenta; sin embargo, la Verdolaga tiene una placenta que se divide en su vértice en varias ramas cargadas de óvulos.

Ovario súpero y ovario ínfero — En la Violeta y en el Cerezo el ovario está colocado en el fondo de la copa receptacular, y cuando se mira el fondo de esta copa por entre medio de los verticilos florales, se le distingue perfectamente, de manera que se puede observar por completo todo el gineceo. En el Manzano y en el Níspero no sucede lo mismo: observando el fondo de la copa receptacular, sólo se ven los estilos, y no se distingue nada de los ovarios; pero observando debajo de la flor, se nota que el pedúnculo que la sostiene se ha hinchado considerablemente en la parte superior y forma un cuerpo que presenta todos los caracteres del ovario, pues tiene, en el interior, logias, placentas y óvulos.

Cuando el ovario es visible en el fondo de la copa receptacular, se dice que es *súpero;* cuando, al contrario, para verle es necesario observar debajo de la flor, se dice que es *ínfero.*

Estilos — Los estilos son generalmente muy largos y filiformes; algunas veces, sin embargo, son tan cortos que están reducidos sólo á su parte estigmática (ej.: Adormidera): en este caso, los botánicos dicen que el estilo es nulo y que el *estigma* está *sentado* sobre el ovario.

Ramificación del estilo — Cuando hay varios estilos sobre un ovario, no siempre permanecen separados, sino que algunas veces se unen por sus bases en una parte más ó menos grande de su extensión, de manera á figurar un estilo único en la base y dividido en el vértice en tantas ramas como estilos entran en su composición. De ahí los nombres de *estilo bífido, trífido, cuadrífido, quinquéfido, multífido,* cuando los estilos se han reunido en casi toda su longitud; *estilo bipartido, tripartido, cuadripartido, quinquepartido, multipartido,* cuando se han reunido sólo por sus bases.

Algunas, aunque raras veces, la adherencia se efectúa por los vértices, — parte estigmática, — permaneciendo separados en las bases.

La reunión de los estilos puede ser *congénita* ó *postnata:* es congénita cuando ya nacen reunidos y entonces se llaman *connatos;* es *portnata* cuando la reunión tiene lugar después del nacimiento y entonces se dice que son *soldados.* Cuando son connatos, el ovario siempre es único; cuando son soldados puede ser múltiple.

Número de los estilos — El número de estilos es variable en las diferentes plantas: el Cerezo y la Prímula tienen uno solo, el Trigo y el Clavel tienen dos, los *Silene* seis, el *Sagina procumbens* cuatro, y los *Lychnis* cinco, etc.

Cuando el ovario tiene varias logias y hay varios estilos, generalmente el número de estos es igual al número de las logias

y están sobrepuestos á éstas; pero esta regla tiene algunas excepciones: los *Pavonia* tienen diez estilos y sólo cinco logias, cinco les son sobrepuestos y los otros cinco alternos.

Cuando el ovario es unilocular y tiene varias placentas parietales, puede observarse una de estas dos cosas: ó el estilo es único y entonces puede ser considerado como compuesto de varios que se han soldado, ó son varios y entonces hay un número igual al de las placentas y alternan con éstas; pero también esta regla tiene excepciones: en los *Escholtzia crocea* el ovario, que es unilocular y no tiene sino dos plancentas parietales, tiene cuatro estilos, dos sobrepuestos que parecen prolongaciones de las placentas, y dos alternos.

Cuando el ovario es unilocular y sólo tiene una placenta parietal, como en el Cerezo y el Almendro, generalmente no tiene más que un estilo; pero el Trigo, la Avena y todas las Gramíneas hacen excepción á esta regla, pues tienen dos estilos sobre el ovario, á pesar de ser este unilocular y tener sólo una plancenta parietal.

Posición de los estilos sobre el ovario — El estilo está inserto casi siempre en el vértice del ovario; pero otras veces lo está en los lados ó en la parte inferior: en el primer caso se llama *terminal*, *lateral* en el segundo, y *basilar* en el último.

En la Labiadas, las Borragíneas, etc., las logias del ovario se hinchan formando una serie de tubérculos, que rodean al estilo de tal manera, que éste queda inserto mucho más abajo del vértice de esas logias tuberculosas: en este caso toma el nombre especial de *estilo ginobásico*.

Duración del estilo — Cuando la flor se marchita, el estilo se desprende en seguida del ovario y cae; algunas veces, sin embargo, persiste, como se ve en la Clematita, y entonces continúa desarrollándose.

Estigma — El *estigma*, parte superior del estilo, es un conjunto de papilas que segregan un licor viscoso, cuyo papel es muy importante en el fenómeno de la fecundación.

Sus formas son muy variadas: tiene el aspecto de un corchete en el Espantalobos; de una media luna en la Fumaria: es globuloso en la Jalapa: se parece á un escudo en la Adormidera: á un embudo en el *Hura crepitans;* en los *Mimulus* está compuesto de dos laminitas que se acercan cuando se las toca: en el Trigo es ramificado y figura dos pequeñas brochas: en los *Goodenia* esta envuelta por una especie de collarcito velloso muy elegante, etc.

B—NUMERO Y DISPOSICION DE LAS DIVERSAS PARTES DEL GINECEO

Conocidas ya las diversas partes que constituyen el gineceo, pasamos ahora á examinar las relaciones que existen entre estas diferentes partes y los pétalos; pues una vez conocidas esas relaciones, ya nos será fácil deducir las que existen entre esas diferentes partes del gineceo y los otros órganos de la flor.

Para tener más órden en la exposición, hablaremos: 1.° del gineceo compuesto de varios pistilos; 2.° del gineceo compuesto de un solo pistilo con ovario plurilocular; y 3.° del gineceo compuesto de un solo pistilo unilocular con placentación parietal.

a — Gineceo compuesto de varios pistilos

Disposición de los pistilos en el gineceo — Cuando el gineceo se compone de varios pistilos, están dispuestos: ora en espiral (ej.: *Myosurus mínimus*); ora, en uno ó más verticilos (ej.: *Sedum acre*). En el primer caso, generalmente son muy numerosos; en el segundo, al contrario, casi siempre son muy pocos.

La extructura de los pistilos, estén dispuestos en verticilo ó en espiral, siempre es la misma: cada uno de ellos se compone de un ovario, de un estilo y de un estigma; y si se hace una sección horizontal en cualquiera de los ovarios, se observa que es unilocular, y que el óvulo ú óvulos que encierra están

unidos á una placenta parietal colocada en la parte del ovario que está más próxima al centro de la flor (ej.: Heléboro).

Cuando el gineceo no se compone sino de un solo pistilo, pueden presentarse dos casos: ó este pistilo es igual á uno de los pistilos que acabamos de considerar en el caso en que el gineceo se compone de varios pistilos, es decir, tiene su ovario unilocular con una placenta parietal colocada del lado más próximo al centro de la flor; ó este pistilo único, tiene una extructura diferente. El primero puede considerarse como si hiciera parte de una espiral ó de un verticilo de pistilos en que los otros no se hubieran desarrollado, y por consiguiente, nunca ocupa el centro de la flor, sino que siempre está colocado en uno de sus lados; el segundo ocupa exactamente el centro de la flor, y será objeto de nuestro estudio más adelante.

NÚMERO DE VERTICILOS Y DE PISTILOS EN CADA UNO DE AQUELLOS EN EL GINECEO — En los gineceos de pistilos dispuestos en verticilo, generalmente no hay más que uno de estos (ej.: *Sedum acre*); raras veces se observan dos verticilos (ej.: Junco florido — *Butomus umbellatus*).

El número de pistilos dispuestos en verticilo varía mucho, según las plantas; en efecto, como hemos dicho anteriormente, hay uno en el Cerezo, dos en las Pimpinelas, tres en los *Menispermum*, cuatro en los *Bulliarda*, cinco en los *Crassula* y los *Sedum*, etc.

Por otra parte, el número de los pistilos dispuestos en verticilo, no está siempre en relación con el número de los pétalos ó de los sépalos: es el mismo en los *Sedum*, los *Crassula*, los *Bulliarda* y los *Sempervivum*, etc.; es menor en la Alquimela, en la que hay dos pistilos y cuatro sépalos, y en el Cerezo, el Almendro y la Habichuela, en los que hay un pistilo y cinco sépalos; es mayor, en el *Alisma plantago*, en donde el perianto tiene seis divisiones, mientras que el gineceo tiene una infinidad de pistilos.

Posición de los pistilos con relación á los pétalos — Cuando el número de los pistilos es igual al número de los pétalos, generalmente les son sobrepuestos.

Cuando son en número doble del de los pétalos, como en el Junco florido, están casi siempre dispuestos en dos verticilos, de los que uno es sobrepuesto á la corola y el otro al cáliz. En el Heléboro de invierno, en donde hay seis pétalos en dos verticilos, y seis pistilos, éstos están sobrepuestos de á dos á cada pétalo del verticilo externo.

En fin, cuando los pistilos son en menor número del de los pétalos, puede ser debido: ó á que hay dos verticilos de pétalos, mientras que no hay sino uno de pistilos; ó á que varios pistilos han abortado. Es cosa digna de notarse, que cuando hay aborto de pistilos es tan considerable, que sólo se desarrolla uno de ellos (ej.: Cerezo, Ciruelo, Habichuela, etc.): se conocen pocas excepciones á esta regla.

b — Gineceo compuesto de un solo pistilo de ovario plurilocular

Número absoluto de las logias en el ovario plurilocular—El número absoluto de las logias en el ovario plurilocular, es muy variable: conviene, sin embargo, hacer algunas observaciones á este respecto.

El número tres es muy común, pues no sólo se observa en casi todas las Monocotiledóneas, sino que también es más frecuente que todos los otros en las Dicotiledóneas (1).

El número dos viene después: raro en las Monocotiledóneas, pero en cambio caracteriza el ovario de una multitud de Dicotiledóneas, tales como las Solanáceas, Escrofularíneas, Jazmíneas, etc.

El número cuatro es bastante raro, encontrándose solamente cuando la flor es tetrámera.

(1) Monocotiledóneas y Dicotiledóneas son dos grandes grupos en que se dividen casi todas las plantas superiores.

El número cinco, menos raro que el cuatro, no se encuentra igualmente sino cuando los órganos florales están en verticilo quinario.

En fin, en un gran número de grupos de plantas se encuentra al lado de algunos géneros en que el número de las logias es muy limitado, uno ó dos con un número de logias tan considerable que se le considera ilimitado : en el grupo de las Aurantiáceas, por ejemplo, el número de las logias del Naranjo es indeterminado, mientras que en los Limones, que pueden ser considerados como tipos del grupo, las logias ovarianas son cinco, como también son cinco los pétalos; lo mismo puede decirse del grupo de las Malváceas, en que el número de las logias de las Malvas es indeterminado, mientras que en las Quetmias (*Hibiscus Syriacus*), que pueden ser consideradas como tipos del grupo, las logias ovarianas son también cinco como los pétalos.

VARIACIONES DEL NÚMERO ABSOLUTO DE LAS LOGIAS, SEGÚN LA EDAD. VERDADEROS Y FALSOS TABIQUES — El número absoluto de las logias en un ovario plurilocular no es siempre el mismo en todas las edades. En las Labiadas y las Verbenáceas, al principio hay sólo dos logias, más tarde hay cuatro : esto es debido á que cada una de las dos logias primitivas se ha dividido en otras dos por un tabique desarrollado ulteriormente ; lo mismo puede repetirse del Lino (*Linum perenne*), que tiene al principio cinco logias y más tarde tiene diez.

En el *Rhus coriaria* el ovario se compone primitivamente de tres logias, á la que sobreponen los tres estilos correspondientes; más tarde, continuando el desarrollo, dos de esas logias se atrofian, persistiendo, sin embargo, los estilos correspondientes: de ahí que, á la edad madura, sólo tenga un ovario unilocular provisto de tres estilos terminales.

Ahora bien, los tabiques interloculares pueden, pues, desarrollarse al mismo tiempo que el ovario ó más tarde : los primeros, que separan las logias de un ovario plurilocular en todas las edades, son llamados *verdaderos tabiques* ; los otros, que dividen las logias primitivas en otras dos, *falsos tabiques*.

Posición de las logias ovarianas, unas relativamente á las otras — En la mayor parte de los ovarios pluriloculares, las logias ovarianas, cualquiera que sea su número, siempre están situadas en un sólo círculo; sin embargo, en el Granado las logias ovarianas están dispuestas en dos círculos concéntricos, y en este caso, cuando el número de las logias del círculo interno es igual al del círculo externo, como se puede observar en algunas variedades, las primeras *alternan* con las segundas.

Posición de las logias en el pistilo de ovario plurilocular relativamente á las divisiones del perianto—Cuando el número de las logias ovarianas es igual al número de los sépalos están, en el grupo de las Dicotiledóneas, algunas veces sobrepuestas á estos sépalos, pero generalmente alternan con ellos: en las Monocotiledóneas, al contrario, siempre están sobrepuestas á las divisiones externas del perianto.

Cuando el número de las logias ovarianas es mayor que el número de los sépalos, no tienen, algunas veces, relación de posición con los sépalos; pero otras, como en el *Nolana atriplicifolia*, están sobrepuestas de á grupos á los pétalos.

En fin, cuando el número de las logias es menor que el de los sépalos pueden presentarse tres casos principales:

Ora, sólo hay dos logias: en este caso, una está delante y la otra detrás (ej.: Solanáceas, Escrofularíneas); los casos de encontrarse las dos logias colocadas lateralmente son muy raros.

Ora, hay tres logias en el ovario y cuatro ó cinco sépalos en el cáliz: en este caso, generalmente dos están delante y la tercera detrás, como en las Malpigiáceas; pero en algunas plantas, como en el Castaño de la India, se observa lo contrario, dos detrás y la tercera delante. Ahora bien, como hemos dicho anteriormente que cuando los sépalos son cinco casi siempre están situados dos delante, uno detrás y los otros dos laterales, tenemos que en las Malpigiáceas las tres logias ovarianas están sobrepuestas á los tres sépalos, y en el Castaño de la India, al contrario, alternan con los sépalos y por lo mismo están sobrepuestas á los pétalos.

Ora, en fin, las logias ovarianas son cuatro y los sépalos cinco ó diez: en este caso, poco común, siempre hemos notado una logia delante, una detrás, y una á la derecha y la otra á la izquierda.

c — Gineceo compuesto de un solo pistilo unilocular con placenta parietal

Número absoluto de las placentas en el ovario unilocular de placentación parietal — Ya hemos dicho que, cuando el gineceo tiene un solo pistilo unilocular con placentación parietal, pueden presentarse dos casos: ó nunca ha habido sino una sola placenta parietal y entonces siempre está inserta, salvo dos ó tres excepciones, en la pared ventral del ovario, ó hay varias, como en las Gencianas, que tienen dos, las Violetas, que tienen tres y las Adormideras que tienen muchas.

Posición de las placentas parietales en las flores — La posición de las placentas varía en las diferentes plantas; sin embargo, cuando sólo hay dos placentas parietales, ordinariamente están colocadas una delante y otra detrás (ej.: Crucíferas, Fumarias); cuando hay tres, dos están delante y otra detrás (ej.: Violeta); cuando hay cuatro, se observan dos delante y dos detrás; cuando hay cinco, dos son anteriores, dos laterales y la quinta posterior.

C — NATURALEZA MORFOLOGICA DEL PISTILO

Los botánicos no han estado de acuerdo acerca de la naturaleza morfológica del pistilo. Opiniones muy diversas han sido emitidas al respecto, y sin embargo nada hay tan sencillo como ella.

Todo pistilo se compone de una *parte axilar* formada por la extremidad del receptáculo, y de *uno ó varios órganos apendiculares* análogos á las hojas, que se llaman por esta razón *hojas carpelares:* la parte axilar constituye las placentas y lleva

los óvulos: las hojas carpelares constituyen las paredes del ovario.

Vamos á tratar de demostrar esta proposición, examinando sucesivamente todas las formas principales del pistilo, é indicando en cada uno de ellos lo que es axilar y lo que es apendicular.

a — Pistilo de ovario súpero

Pistilo de ovario unilocular con placentación central — El pistilo cuya naturaleza morfológica es la más fácil de conocer, es sin duda el de la Anagálida roja: se compone de un ovario unilocular que sostiene un largo tubo estilar y de una placenta central cargada de óvulos.

La placenta central es evidentemente la continuación del receptáculo ; es pues, de naturaleza axilar: ninguna duda puede tenerse á este respecto, observando el ovario de la planta citada. El tubo estilar, que se ha ensanchado en su base para formar las paredes del ovario, está compuesto de cinco hojas carpelares soldadas entre sí por sus bordes, como los pétalos de una corola gamopétala; y digo como los pétalos de una corola gamopétala, porque si una de éstas tuviera, — como por ejemplo la del *Arbutus unedo*, que tiene la parte inferior ensanchada y la superior estrechada, — esta parte mucho más larga, se tendría una corola gamopétala de aspecto idéntico al pistilo de la Anagálida roja: el tubo estilar y las paredes del ovario son, pues, de naturaleza apendicular.

Pistilo plurilocular con placentación axilar — Para comprender bien la naturaleza morfológica de este pistilo, y determinar con certeza lo que es axilar y lo que es apendicular, es necesario recordar los dos modos de inserción de los sépalos, que hemos indicado anteriormente. Hemos dicho entonces, que los sépalos se insertan sobre el receptáculo, ya de manera que cuando caen dejan sobre el receptáculo una cicatriz en forma de arco de círculo, ó ya una cicatriz en forma de

herradura cuyas ramas estén hacia arriba y la curvatura hacia abajo: en el primer caso no existe ningún espacio entre el cáliz y el receptáculo; en el segundo se observa una cavidad limitada por el sépalo en la parte externa y por el receptáculo en la interna.

Ahora bien, este modo de inserción en herradura, rarísimo en los sépalos, se nota con mucha frecuencia en las hojas carpelares; y cuando existe, se tiene, no un ovario unilocular con placentación central, pero sí un ovario plurilocular con placentación axilar.

Échese una mirada, por ejemplo, sobre el pistilo del *Coriaria myrtifolia*, que presenta cinco logias provistas cada una de un estilo, y se constatará fácilmente, que la extremidad receptacular ha tomado el aspecto de una pirámide truncada de cinco lados, y que sobre cada uno de estos cinco lados se inserta una hoja carpelar; pero en lugar de insertarse horizontalmente, de modo que al caer la cicatriz que dejara sobre la pirámide fuese un arco de círculo, esta hoja carpelar se ha insertado de manera que si cayese completamente dejará una cicatriz sobre la pirámide en forma de herradura.

Resulta evidente, de este modo de inserción en herradura de la hoja carpelar, que existe, entre ella y el receptáculo, una cavidad limitada externamente por la hoja carpelar é internamente por la cara de la pirámide receptacular, sobre la cual está inserta esta hoja carpelar: esta cavidad es una logia ovariana, en cuya pared interna, formada por la pirámide receptacular, germinan los óvulos.

En el pistilo del *Coriaria myrtifolia* hay, pues: una *parte axilar*, la pirámide receptacular, que lleva los óvulos; y cinco *órganos apendiculares*, las hojas carpelares, que forman las paredes externas de las logias.

En la planta citada, las hojas carpelares están completamente independientes entre sí. En este estado, los dos bordes de cada una de ellas se aproximan y constituyen un tubo muy estrecho hendido por la parte central de la flor: este tubo muy estrecho es un estilo, y como hay cinco hojas carpelares en el ovario hay también cinco estilos distintos.

Es necesario recordar aquí que los bordes de la hoja carpelar no comienzan sino en el vértice de la pirámide receptacular, allí donde vá á formar el estilo; y que es por su base y no por sus bordes, que está en contacto con la cara de la pirámide sobre la cual se inserta en forma de herradura.

Pistilo unilocular con placentación parietal — El pistilo de los Laureles tiene un ovario unilocular con placentación parietal. Está formado por sólo una hoja carpelar, que se inserta en forma de herradura sobre la extremidad receptacular que se parece en cierto modo á un plano inclinado ó á un óvalo que hubiera sido cortado en bisel, siendo la parte más baja aquella que corresponde á la convexidad de la herradura: sus paredes ovarianas están compuestas, pues, una mitad por la hoja carpelar y la otra por la extremidad del receptáculo que lleva los óvulos.

b — Pistilo de ovario ínfero

En todos los pistilos de ovario súpero, las paredes ovarianas están formadas, ó en totalidad, como en la Anagálida roja, ó en gran parte, como en los Laureles, por las hojas carpelares, es decir, por la parte apendicular del pistilo. En los pistilos de ovario ínfero, al contrario, la mayor parte de las paredes ovarianas están formadas por los bordes del receptáculo que se ha ensanchado, y, por consiguiente, por la parte axilar.

Pistilo del samolus valerandi — Si se examina con un poco de atención el pistilo del *Samolus Valerandi*, se constata fácilmente: que el receptáculo se ha ensanchado y se ha ahuecado en forma de copa bastante profunda, sobre cuyos bordes se insertan los óvulos; que del fondo de esta copa receptacular se levanta una placenta central cubierta de óvulos; y, por último, que de la pared superior é interna de esta copa han nacido cinco hojas carpelares, que se han soldado entre sí de manera á formar un opérculo que cierra la copa y que se termina por un largo tubo estilar.

En el Samolus Valerandi, por consiguiente, y en todas las flores de ovario ínfero con placenta central, las paredes del ovario se componen: de una *parte axilar*, la copa del receptáculo, y de una *parte apendicular*, las hojas carpelares, que cubren á aquélla á manera de un opérculo.

Creemos, pues, haber demostrado claramente que, tanto en los ovarios súperos como en los ínferos, el pistilo se compone de un *órgano axilar*, formado por la extremidad del receptáculo, y de uno ó varios *órganos apendiculares*, las *hojas carpelares*.

ÓVULOS

Los óvulos ó huevecillos son esos pequeños cuerpos ovóides que están unidos á la placenta en el interior del ovario y que más tarde serán los granos ó semillas.

Cada óvulo (Fig. 53) se compone de una parte central, el *núcleo*, protegida por un saco membranoso en casi todo su contorno, que deja apenas una pequeña abertura llamada *micropilo*. Este saco membranoso generalmente es doble, y es en este caso que M. Mirbel ha llamado *primina* á la cubierta externa y *segundina* á la interna; pero otras veces, como en el Nogal, es simple; y otras, como en el Muérdago, falta por completo, siendo entonces el núcleo *desnudo*.

El núcleo ó tercina contiene el *saco embrionario* ó cuartina, y éste las *vesículas embrionarias* ó quintina y las *vesículas antípodas*.

Los óvulos se insertan de ordinario á la placenta por intermedio de un cordón llamado *funículo*, *otrofospermo* ó *cordón umbilical*; pero algunas veces falta ese cordón y entonces la inserción es directa y el óvulo se llama *sentado*.

El punto en que el funículo se une al óvulo, se llama *hilio*; y *chalaza*, la porción que une la parte del núcleo correspondiente al hilio ó su base á las cubiertas protectoras.

Algunas veces, el funículo penetra en los tegumentos del

óvulo, como veremos más adelante, y entonces la parte que ha penetrado se llama *rafe* (1).

En el micropilo se consideran dos labios: el externo ó *exostoma* formado por la primina, y el interno ó *endostoma* formado por la segundina.

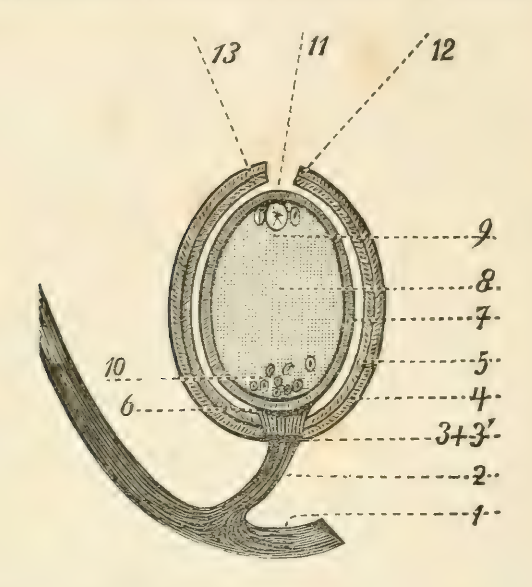


Fig. 53. — Figura esquemática de un huevecillo, visto en corte longitudinal, según Arechavaleta (2).

Formas de los óvulos — La inserción del funículo en el óvulo no siempre se verifica en el mismo lugar: por consiguien-

(1) Anteriormente dimos el nombre *rafe* al peciolo común de las hojas compuestas. Muchos botánicos, para evitar confusión, llaman *raquis* á aquel peciolo común.

(2) Partes componentes del huevecillo: 1, cordón placentario; 2, funículo, otrofospermo ó cordón umbilical; 3, hilio; 3', rafe; 4, primina; 5, segundina; 6, chalaza; 7, tercina ó núcleo; 8, cuartina ó saco embrionario; 9, quintina ó vesículas embrionarias; 10, vesículas antípodas; 11, micropilo; 12, exostoma; y 13, endostoma.

te, la posición del hilio relativamente al micropilo es variable : de ahí que haya tres formas de óvulos : *ortótropos, anátropos* y *campulítropos.*

En el óvulo *ortótropo,* el punto de inserción del funículo ó el hilio está diametralmente opuesto al micropilo : el óvulo tiene la forma de un huevo en cuyo vértice estuviera el micropilo y en la base el hilio (ej. : Ruibarbo).

. En el óvulo *anátropo*, el hilio está colocado cerca del micropilo : tiene la forma de un huevo hecho irregular por una protuberancia lateral en forma de cordón que se extiende de una extremidad á la otra, protuberancia producida por la penetración del funículo en los tegumentos y que ya hemos denominado *rafe* (ej. : *Heléborus fœtidus*).

En el óvulo *campulítropo*, el hilio está igualmente colocado cerca del micropilo : tiene la forma de un riñón y no se nota en su superficie ninguna especie de rafe (ej. : Habichuela — *Poroto*).

Los óvulos anátropos son los más comunes, luego vienen los ortótropos y por último los compulítropos que son los más raros : estos últimos se observan en algunas Leguminosas, Malváceas y Crucíferas.

Número de óvulos en cada logia ovariana — El número de óvulos no siempre es el mismo en todos los ovarios uniloculares, ni en todas las logias de los ovarios pluriloculares, aunque generalmente en éstas sea igual.

En efecto, en el ovario unilocular de las Ortigas y Pimientos hay un solo óvulo, y sin embargo en el ovario, también unilocular, de las Prímulas y Violetas hay muchos ; en cada logia del ovario multilocular de las Malvas hay un solo óvulo y, sin embargo, en cada logia del ovario, también unilocular, de las Quetmias hay muchos : de ahí las expresiones de *ovarios* y *logias uniovuladas*, *biovuladas* y *pluriovuladas*, ó, con otras palabras, *monospermos, dispermos* y *polispermos*, según tengan uno, dos ó muchos óvulos.

POSICIÓN DE LOS ÓVULOS EN CADA LOGIA OVARIANA — Cuando no hay más que un solo óvulo en cada logia, puede ser *recto, vuelto, ascendente* y *pendiente* : es *recto*, cuando una de sus extremidades está unida al fondo de la logia y la otra es libre y se dirige hacia arriba ; es *vuelto*, cuando tiene lugar lo contrario, es decir, cuando una de sus extremidades está unida al vértice de la logia y la otra es libre y se dirige hacia la base ; es *ascendente*, cuando por una extremidad está unido á un lado de la logia y por la otra es libre y se dirige hacia el vértice ; por último, es *pendiente*, cuando también se une por una de sus extremidades á un lado, pero por la otra, libre, se dirige hacia la base.

Cuando hay dos óvulos en cada logia, pueden ser *colaterales* ó *sobrepuestos :* son *colaterales,* si están colocados uno al lado del otro, sean rectos, vueltos, ascendentes ó pendientes; *sobrepuestos*, si están colocados uno encima del otro, tengan ó no la misma dirección.

En fin, cuando son numerosos, están generalmente colocados formando dos series en cada logia, como en las Aristoloquias y Heléboros.

PLANTAS GIMNOSPERMAS Y ANGIOSPERMAS -- Los óvulos no siempre están provistos de ovarios ; hay algunas plantas, como las Coníferas y Gnetáceas, que carecen de él y por lo mismo sus óvulos son *desnudos.* Las plantas, cuyos óvulos están protegidos por uno ó más ovarios, se llaman *angiospermas ;* las que tienen los óvulos desnudos, *gimnospermas.*

DISCO

Además del cáliz, de la corola, del androceo y del gineceo, se observan, en aquellas plantas en que la fecundación se verifica por intermedio de los insectos, unos cuerpos de formas variadas y de naturaleza generalmente glandulosa, que se llaman *nectarios ;* órganos que segregan ó contienen un jugo de olor agradable y de sabor frecuentemente azucarado, el *nectar;* y

que siendo simples protuberancias del receptáculo, aparecen poco antes de la expansión de la flor.

Su conjunto lleva el nombre de *disco*, como el conjunto de los estambres el de *androceo*.

Posición del disco — Puesto que el disco no es sino una protuberancia glandulosa del receptáculo, se comprende fácilmente que su posición deba ser muy variada: en los *Sedum*, los Jubarbos, las Rudas, los *Diosma*, etc., está situado entre el androceo y el gineceo; en el *Astrocarpus sesamoides* entre la corola y el androceo; en el *Chironia frutescens* entre el cáliz y la corola; y por último, en algunas plantas se observa que toda la parte del receptáculo comprendida entre el cáliz y el gineceo se hincha, se vuelve glandulosa y forma un disco muy grueso, en el cual quedan como incrustados los pétalos y los estambres.

El disco se compone, en los *Sedum* y Jubarbos, de un cierto número de tubérculos ó *nectarios* completamente independientes entre sí y sobrepuestos á los pétalos; en la Ruda (*Ruta graveolens*), de una especie de rodetes de bordes unidos, sobre el cual descansa el ovario; y en el *Diosma rubra*, de una copa de bordes dentados que rodea la base del ovario.

Número y posición de los nectarios en el disco — Cuando el disco se compone de varios nectarios distintos, el número y la posición de estos nectarios es muy variable: en los *Sedum* y los Jubarbos, el número de los nectarios es igual al número de los pétalos y, como ya hemos dicho, le son sobrepuestos; en la Viña, también el número de los nectarios es igual al de los pétalos, pero son sobrepuestos á los sépalos; en el *Hypericum œgiptiacum* hay tres nectarios alternando con los tres haces de estambres, mientras que hay cinco pétalos y cinco sépalos; y, por último, en un gran número de Crucíferas hay cuatro nectarios, dos entre el androceo y el gineceo, colocados delante de cada pequeño estambre, y los otros dos entre la corola y el androceo, colocados detrás de cada par de los grandes estambres.

FRUTO

La vida de las flores es muy limitada : después de algunas horas, para ciertas plantas, de uno ó dos días, para el mayor número de ellas, se las ve marchitarse ; la corola cae, así como también los estambres ; el estilo y el estigma se secan y desaparecen ; el ovario solo, ó acompañado del cáliz, persiste y se *cuaja* como dicen los jardineros, es decir, se hincha rápidamente, madura y llega á ser *fruto*.

El fenómeno de la fecundación, como veremos al ocuparnos de la Fisiología, ha dado un nuevo impulso al ovario ; ha sido la causa de sus modificaciones ; ha contribuído esencialmente á su transformación en fruto : el fruto es, pues, el *ovario fecundado y maduro*.

Después de esta definición, es fácil comprender que las flores que tengan sólo un ovario, no producirán sino un fruto, y aquellas que tengan varios, como las Ranunculáceas, las Fresas y las Rosas, producirán tantos frutos como ovarios, si todos éstos son *fecundados* y todos *maduran*.

En algunas plantas, sin embargo, que no tienen sino un ovario en cada flor, este ovario, después de fecundado y maduro, se divide en un cierto número de partes, que tienen cada una todos los caracteres de los verdaderos frutos : la Salvia y otras Labiadas, que tienen cuatro logias en el ovario, forman otros tantos frutos, después de la fecundación y madurez, análogos á los frutos llamados *aquenios* ; el ovario único de los Arces, después de fecundado y maduro, forma dos frutos análogos á los llamados *sámaras*, etc.

Los botánicos descriptores, que en la denominación de los frutos no tienen en cuenta su origen, dan el mismo nombre á los que provienen de un solo ovario como á los que provienen de varios, con tal que tengan los mismos caracteres exteriores, es decir, denominan los frutos, no por lo que han sido, sino por lo que son. Esta manera de proceder nos ha parecido suficientemente lógica, y por lo mismo llamaremos *aquenios*, p. ej., tan-

to á los frutos procedentes del ovario único de la Salvia como á los frutos de los Ranúnculos, que provienen cada uno de un ovario, por tener unos y otros los mismos caracteres.

Los ovarios no siempre llegan á ser frutos. Cuando son numerosos en una flor sucede con frecuencia, que algunos de ellos se marchitan y se atrofian: en los *Calycanthus* y Frambuesas, suele observarse en medio de los frutos bien desarrollados, algunos filamentos ligeramentes hinchados en su base, que no son sino pistilos atrofiados; en otras plantas, como en la Ficaria (*Ficaria ranunculoides*), que se reproducen por bulbillos, nunca se encuentran frutos, pues ningún ovario llega á madurez, por marchitarse todos como las otras partes de la flor.

Cuando un ovario plurilocular pasa al estado de fruto, no siempre se desarrollan todas sus logias: el fruto del Avellano es único y sin embargo proviene de un ovario bilocular; el del Castaño también es único y proviene de un ovario trilocular. En uno y otro caso hay atrofia de logias: en el Avellano se ha atrofiado una y en el Castaño dos.

Siendo el fruto el ovario fecundado y maduro, debe presentar grandes diferencias, según provenga de un ovario súpero ó de un ovario ínfero.

En efecto, si el ovario era súpero, el fruto estará envuelto en su base por los restos del cáliz, de la corola y del androceo, si estos órganos persisten, ó estará completamente desnudo si son caducos, y en su superficie sólo se notará la cicatriz del estilo; si, al contrario, el ovario era ínfero, el fruto presentará en su vértice los restos del cáliz, de la corola y del androceo, si estos órganos persisten ó sus cicatrices se han caído. Compárense, por ejemplo, una Manzana y una Cereza: la Manzana, que proviene de un ovario ínfero, presenta en su vértice lo que se llama el *ojo de la Manzana*, y que no es sino el circuito formado por el cáliz de la flor que ha persistido; mientras que la Cereza, que proviene de un ovario súpero, no presenta nada semejante. Además, se notará que en la Manzana, la proporción relativa del ovario y las otras partes de la flor, ha cambiado completamente: en la flor, lo que está encima del ovario, es decir el cá-

liz, la corola y el androceo, es mayor que el ovario; mientras que en el fruto, lo que está encima es muy pequeño relativamente á lo que ha llegado á ser el ovario.

PERICARPIO Y SEMILLAS — El fruto se compone de dos partes principales: el *pericarpio* y las *semillas*. El pericarpio es la envoltura general, las semillas son los huevecillos llegados á su madurez perfecta. En algunas plantas cultivadas, las semillas abortan completamente, y entonces el fruto está formado sólo por el pericarpio (ej.: Bananas, Peras sin pepitas); pero este aborto de la semilla, en un fruto, que continúa no obstante creciendo, no es sino el resultado de un cultivo demasiado prolongado: ninguna planta en estado salvaje produce frutos sin semillas.

Los pericarpios, según la consistencia de sus cubiertas, se dividen en *secos* y *carnosos*. Consta, cada uno de ellos, de tres capas más ó menos desenvueltas: una externa, el *epicarpio*, que forma la cáscara, muy á menudo procedente de un cáliz adherente; otra media, el *mesocarpio*, que suele ser carnosa; y la interna, el *endocarpio*, que es leñosa ó apergaminada en los frutos de hueso.

Siendo los pericarpios formados por carpelos, y como tales hojas dobladas hacia adentro y unidas por sus bordes, presentarán, si la hoja es única, dos líneas ó suturas: una *dorsal*, procedente de su nervio mediano, y otra *ventral*, formada por la reunión de sus bordes; y cuando se componga de varios carpelos ú hojas carpelares, se observarán, además de las suturas dorsales y ventrales, las *parietales*, por la mútua adherencia de las láminas al doblarse y formar tabiques. Estos dividen el fruto, como el ovario, en varias logias ó celdas; y tanto los tabiques como las celdas corresponden en su número al de los carpelos. Hay pericarpios que después de maduros se abren regularmente, ya por agujeros, ya por dientes, ya mediante *valvas* ó piezas que se abren á lo largo para dar salida á las semillas: otros permanecen cerrados y entonces las semillas no quedan libres sino cuando aquellos se destruyen ó pudren: los primeros dan al fruto el nombre de *frutos dehiscentes*, (ej.: Guisante); los segundos el de *indehiscentes* (ej.: Tomate).

Los frutos, como los ovarios, pueden ser *uniloculares* y *pluriloculares*, según tengan una ó muchas celdas; *monospermos* y *polispermos*, según tengan una ó muchas semillas. Creemos conveniente recordar aquí, que la extructura del fruto no es siempre idéntica á la del ovario de que proviene, por causa de la atrofia ó aborto que puede tener lugar en las diferentes partes que componen éste.

Clasificación de los frutos — Difícil es hacer una clasificación exacta de las infinitas variedades de frutos: nosotros, imitando los autores modernos, admitimos la que indicamos e el cuadro siguiente :



A—FRUTOS SECOS

En los frutos secos, el pericarpio es leñoso ó coriáceo, y el jugo celular ha desaparecido de todas sus células. Se subdividen, como hemos dicho anteriormente, en *frutos dehiscentes* y *frutos indehiscentes*, según que se abran, cuando llegan á madurez, en varias piezas llamadas *valvas*, para dejar en libertad á las semillas, ó que queden completamente cerrados.

a — Frutos secos indehiscentes

Los frutos secos indehiscentes son generalmente uniloculares, y generalmente no contienen sino una sola semilla; el

pericarpio, delgado y membranoso, no se abre hasta el momento en que ésta entra en germinación.

AQUENIO — Es un fruto, cuyo pericarpio seco es delgado, coriáceo, completamente aplicado al grano, pero del cual es fácil deprenderle (ej. : Compuestas, Achicoria).

CARIÓPSIDE — Es un fruto, cuyo pericarpio seco es delgado, coriáceo y soldado completamente al grano, siendo imposible separarle de él (ej.: Trigo, Maíz y demás Gramíneas). En este fruto, el óvulo era completamente libre en el ovario; pero al llegar á madurez, toma tal grosor, que llena toda la cavidad pericarpiana y se adhiere á ella en todo su contorno. Esta adherencia, no obstante, no es muy íntima: cuando se sumergen en agua granos de Trigo, y se les deja en ella durante tres ó cuatro horas, es fácil desprender el pericarpio del grano, que se separa en forma de una membrana delgada y transparente. Este pericarpio es lo que en la molienda forma la mayor parte del *salvado*.

SÁMARA — Es un aquenio, cuyo pericarpio forma un repliegue membranoso, que se llama *ala* (ej. : Olmo, Quebracho colorado).

NUEZ — Es un fruto, cuyo pericarpio seco es grueso y consiste en un tejido esclerenquimatoso leñificado (ej. : Nogal).

b — Frutos secos dehiscentes

En los frutos secos dehiscentes ó *frutos capsulares*, cuando llegan á completa madurez, el pericarpio se desprende ó se abre para dejar en libertad á las semillas ; las semillas mismas están envueltas por una membrana dura ó coriácea : estos frutos son generalmente *pluriseminados*, ó lo que es lo mismo *polispermos*.

Folículo — Este fruto consiste en un carpelo único que se abre á lo largo de sus bordes soldados y seminíferos para tomar la forma foliácea primitiva (ej.: Acónito, Junco florido).

Legumbre — Este está compuesto también de un carpelo único, pero este carpelo se abre, no sólo á lo largo de la sutura de sus bordes seminíferos, sino también á lo largo de su línea dorsal: se divide en dos mitades que se separan (ej. : la mayor parte de las Leguminosas).

Silicua — Es un fruto bilocular, cuyo pericarpio se separa en dos valvas, que caen y dejan á descubierto el eje placentario (tabique de las logias) bajo la forma de un bastidor sobre cuyos bordes están insertos los granos (ej. : casi todas las Crucíferas).

Pixidio — Es una cápsula que se abre por una hendidura circular, de manera que la parte superior se desprende como si fuera un opérculo, mientras que la inferior queda inserta en forma de copa ó de urna al vértice del pedículo. Hay pixidios uniloculares, como el fruto del Amaranto ; y pixidios pluriloculares, como los frutos del Plátano, del Beleño y de los *Lecythis:* este último es tan grande, que se le llama vulgarmente, en el país donde crece, *marmita de mono.*

Cápsula — Todo fruto que no sea folículo, legumbre, silicua ni pixidio, lleva el nombre general de *cápsula,* cualquiera que sea su modo de dehiscencia : así, los frutos de la Adormidera, cuya dehiscencia consiste en una serie de agujeros colocados debajo del estigma, y los de la Anagálida, que consiste en una ancha abertura colocada en el vértice, son cápsulas, lo mismo que los frutos del Pensamiento, que se abren por medio de tres hendiduras formando tres valvas, y que los del Tulipán, en que cada logia se abre por el dorso para dejar en libertad los granos.

Dehiscencia loculicida y septicida — Cuando la dehiscencia consiste en una hendidura longitudinal, si ésta tiene lugar sobre el medio de la hoja carpelar, es decir, sobre las líneas salientes que se notan en la superficie del fruto, se dice que es *loculicida*, y si tiene lugar sobre las líneas de reunión de los tabiques con el pericarpio, se dice *septicida;* la primera es muy común, la segunda al contrario, muy rara.

Dehiscencia septífraga — En la *Flindersia* y la *Lancretia*, el ovario, aunque simple y quinquelocular, produce *cinco folículos distintos*, porque, cuando madura, cada uno de los tabiques se divide en dos: esta dehiscencia, bastante rara, es conocida por los botánicos con el nombre de *dehiscencia septífraga*.

B. FRUTOS COMPUESTOS, MULTIPLES E INDUVIADOS

Frutos compuestos — Hemos visto anteriormente que, en un gran número de plantas, las flores de una misma inflorescencia están tan próximas entre sí, que los botánicos han denominado su conjunto con el nombre de *flor compuesta*. Se observa algo análogo en los frutos, es decir, hay muchas plantas en que éstos, *aunque provienen de varias flores*, están tan próximos entre sí, que parecen no formar sino un solo fruto: para ser lógicos, llamaremos á este grupo de frutos *provenientes de varias flores* con el nombre de *fruto compuesto*.

Así, en el Castaño, el conjunto de las tres ó cuatro castañas, que está encerrado en una caja espinosa formada por la soldadura de muchas brácteas entre sí y que provienen de otras tantas flores distintas, es un *fruto compuesto;* en los Pinos, los Abetos y los Ciprés, lo que se llama vulgarmente el *cono*, es un *fruto compuesto*, porque se compone de varios frutos provenientes de otras tantas flores distintas. En la Morera (*Morus nigra*), el fruto proveniente de cada flor es un aquenio

envuelto en su cáliz persistente, hecho carnoso y suculento; pero como las flores estaban muy próximas entre sí, los frutos lo están igualmente, y por lo mismo se han unido por intermedio de su cáliz carnoso: es, pues, un *fruto compuesto*. En el Higo, donde el receptáculo común se ahueca de manera á tomar la forma de una botella, en cuyas paredes están insertas las flores, los frutos provenientes de cada flor, que son pequeños aquenios, quedan todo encerrados en esa especie de botella receptacular, y por lo mismo su conjunto forma también un *fruto compuesto*.

Frutos múltiples — Es necesario no confundir el conjunto de frutos provenientes de una sola flor y que forma lo que Saint-Hilaire llama un *fruto múltiple*, con el conjunto de frutos provenientes de varias flores y que forman lo que hemos llamado *fruto compuesto*: en el *fruto múltiple*, el eje que sostiene los frutos es el receptáculo de la flor, y por consiguiente siempre se observa, en la base ó al rededor de estos frutos, los restos del cáliz; en el *fruto compuesto*, el eje que sostiene los diversos frutos que le componen, es un receptáculo común, y, por consiguiente, no es en la base ni al rededor del conjunto de los frutos donde se observan los restos del cáliz, sino en la base y al rededor de cada uno de los frutos que componen el fruto compuesto.

El fruto del Frambueso, por ejemplo, es un *fruto múltiple*, porque todas las pequeñas drupas que le componen provienen de una sola flor, y por lo mismo su conjunto está rodeado en su base por el cáliz, que ha persistido.

Al contrario, el fruto de la Caléndula es un *fruto compuesto*, porque todos los aquenios que le componen provienen de otras tantas flores distintas, y por lo mismo cada uno de ellos conserva en su vértice los restos del cáliz.

Frutos induviados — Sean los frutos *simples*, *múltiples ó compuestos*, *carnosos ó secos*, *dehiscentes ó indehiscentes*, pueden ó no estar envueltos por una ó varias partes persistentes

de la flor: cuando lo están, se dice que el fruto es *induviado*, y las partes florales persistentes se llaman *induvias*.

En el Don Diego de Noche, el cáliz, después de su expansión, se divide en dos partes: una superior, que muy pronto cae, y otra inferior, que persiste, se endurece y forma al rededor del fruto, que es un aquenio, esa envoltura negra tan característica: esa envoltura calicinal negra es una *induvia*, y el fruto es *induviado*.

En la Encina, cada uno de los frutos, que son aquenios, están envueltos por unas escamas que no son sino brácteas soldadas entre sí y vueltas más duras y más resistentes: la cubierta formada por esas escamas es una *induvia*, y el fruto es *induviado*.

En la Morera, cada uno de los frutos componentes del fruto compuesto es un aquenio rodeado por el cáliz persistente y carnoso: ese cáliz persistente y carnoso es una *induvia* y los frutos son *induviados*.

En el Avellano, el fruto, que es un aquenio, está envuelto por una espec e de saco membranoso muy abierto en su extremidad, la que ha crecido considerablemente en el período de la madurez: es también un fruto *induviado*.

FRUTOS DEL FRESAL, DEL ROSAL, DE LA HIGUERA, ETC. — Hay algunos frutos en que las partes accesorias se vuelven carnosas ó toman aspectos tan diversos, que si se examinan con poca atención, fácilmente engañan sobre su verdadera naturaleza.

¿Qué es la Fresa (1), por ejemplo? El gineceo de la flor del Fresal se compone de un gran número de pistilos dispuestos en espiral sobre el receptáculo, que es bastante grande; cuando llega á madurez, el ovario de cada uno de estos pistilos se transforma en aquenio y el receptáculo se vuelve

(1) La Fresa es conocida en nuestro país con el nombre de *Frutilla* (diminutivo de fruta): aquellos que se precien de conocer algo el Castellano y que conozcan el significado propio de la palabra *frutilla*, no deben emplearla sino en su verdadera acepción.

carnoso: de ahí que se tenga un gran número de aquenios diseminados sobre el receptáculo común. La Fresa es, pues, *un conjunto de aquenios diseminados sobre un receptáculo carnoso*.

Lo mismo puede decirse de los frutos del Rosal. El gineceo se compone de un gran número de pistilos dispuestos en espiral en el fondo del receptáculo, que tiene la forma de una botella; cuando llega á madurez, los ovarios se transforman en otros tantos aquenios, y la cavidad receptacular que los contiene se vuelve carnosa: de ahí que los *frutos del Rosal sean un conjunto de aquenios encerrados en una cavidad receptacular carnosa.*

En el Fresal y el Rosal, los aquenios, cualquiera que sea su número, provienen de una sola flor, y por lo mismo su conjunto constituye un *fruto múltiple.* El receptáculo que se vuelve carnoso, sea cónico como en el Fresal ó ahuecado como en el Rosal, es siempre el *receptáculo de la flor.* En el Higo, al contrario, como hemos dicho anteriormente, el receptáculo, que se ahueca y se vuelve carnoso, es común á varias flores, y por consiguiente, como las flores se transforman en otros tantos aquenios, el *Higo es un fruto compuesto de un gran número de aquenios encerrados en un receptáculo común y carnoso.*

C — FRUTOS CARNOSOS

En los frutos carnosos, el pericarpio, ó al menos algunas de sus capas, se conserva impregnado de savia aun después de haber llegado á madurez, ó toma una consistencia blanda y pulposa. Se subdividen también en dehiscentes é indehiscentes.

a — Frutos carnosos indehiscentes

En los frutos carnosos indehiscentes, el pericarpio no se abre, y por lo mismo las semillas no quedan en libertad hasta que el mismo pericarpio no entre en descomposición.

Baya — La *baya* es un fruto completamente carnoso, formado por una masa pulposa, en medio de la cual se encuentran los granos (ej.: Grosella, Uva y Granada).

Drupa — La *drupa* es un fruto carnoso, en medio de cuya pulpa se encuentran uno ó varios núcleos (carozos), formados por el endocarpio endurecido, y que encierran los granos. Cuando hay un solo núcleo, puede ser unilocular (ej.: Cereza, Ciruela y Durazno) ó plurilocular (ej.: Cornizo); cuando hay varios, como en el Níspero, todos son uniloculares.

La diferencia más notable entre ambos frutos es, pues, el endurecimiento del endocarpio, que constituye el núcleo de las *drupas*; además, en las bayas predomina el tipo polispermo y en éstas el monospermo.

La Naranja y el Limón, llamados por algunos *hesperidios*, son grandes bayas multiloculares, en que las logias dispuestas en verticilo forman lo que es conocido vulgarmente con el nombre de cachos, y en que la cáscara está formada por la parte externa del pericarpio vuelta coriácea y llena de glándulas.

Tanto las bayas como las drupas pueden provenir de ovarios súperos como de ovarios ínferos: en el primer caso se nota, con alguna dificultad, en el vértice del fruto, sólo la cicatriz producida por la caída del estilo; en el segundo, se notan los restos del cáliz y las cicatrices de la corola, del androceo y del estilo.

b — Frutos carnosos dehiscentes

En los frutos carnosos dehiscentes, el pericarpio, carnoso también pero no pulposo, se abre para dejar en libertad las semillas cuando ellos llegan á madurez.

Cápsula carnosa es el nombre que da Sachs á los frutos carnosos cuyo pericarpio se abre para dejar en libertad los granos, cuando llegan á madurez (ej.: *Balsamina*).

GRANO Ó SEMILLA

El *grano* ó *semilla* es el huevecillo fecundado y maduro; es la parte esencial del fruto; es la parte que, colocada en circunstancias favorables, germina y da nacimiento á una planta semejante á la que le ha producido. Se compone generalmente de tres partes: el *embrión*, el *albúmen* y los *tegumentos* (Fig. 54).

EMBRIÓN — El *embrión* es una planta en miniatura. Se compone de un pequeño tallo, *el tallito*, terminado en una extremidad por una pequeña raíz, la *raicilla*, y en la otra por una pequeña yema, la *gémula*; y además, de uno ó dos cuerpos que nacen del tallito, entre la gémula y la raicilla, que se llaman *cotiledones*. Cuando el tallito tiene un solo cotiledón, el embrión se llama *monocotiledóneo*; cuando tiene dos, *dicotiledóneo*: en este dato se basa la gran división de las plantas angiospermas.


Fig. 51. — Corte longitudinal de la semilla de la Cebolla.

Los cotiledones son las primeras hojas del embrión: en algunas plantas, como el Ricino y la Nuez vómica, son delgados y en su superficie se notan los nervios perfectamente caracterizados; en otras, al contrario, como la Habichuela y el Almendro, son gruesos, carnosos y no se parecen nada á las hojas.

Cuando el embrión es dicotiledóneo, los dos cotiledones nacen del tallito en la misma altura, uno enfrente al otro, como dos hojas opuestas (ej.: Almendro): por consiguiente, la cicatriz que dejan al caer, es siempre un *arco de círculo*. Cuando, al contrario, es monocotiledóneo, el cotiledón único se inserta en todo el contorno del tallito, como una hoja envainante, y cubre completamente á la gémula (ej. Datilera): por consiguiente, la cicatriz, que resulta de su caída, es siempre un *círculo*.

DIMENSIONES RELATIVAS DE LOS COTILEDONES EN LOS EMBRIONES DICOTILEDÓNEOS — Los dos cotiledones del embrión dicotiledóneo son generalmente iguales, y están aplicados el unó contra el otro, de manera á ocultar completamente la gémula; en algunas plantas, sin embargo, son muy desiguales; y en otras, por aborto de uno de ellos, queda el embrión reducido á un solo cotiledón.

Cuando el embrión dicotiledóneo queda reducido á un solo cotiledón, es fácil diferenciarle del embrión monocotiledóneo, porque el cotiledón que persiste del embrión dicotiledóneo, siempre se inserta en un solo lado del tallito, y no en todo su contorno, como el cotiledón único del embrión monocotiledóneo.

DIMENSIONES RELATIVAS DE LAS DIVERSAS PARTES DEL EMBRIÓN — Las diversas partes componentes del embrión dicotiledóneo ó monocotiledóneo, no tienen siempre las mismas dimensiones relativas: en efecto, en el Almendro y la Datilera la raicilla es muy corta relativamente á las otras partes; en el *Coussarea multiflora*, al contrario, es muy grande y forma la mayor parte del embrión, llamándosele por esta razón *embrión macrópodo*.

FORMAS DEL EMBRIÓN — El embrión es, según las plantas, *recto, arqueado*, en forma de *zig-zag*, de *anillo*, de *espiral*, etc.: es *recto*, cuando la raicilla está colocada en la extremidad de un eje y la gémula en la otra (ej.: Almendro); es *arqueado*, cuando tiene la forma de un arco (ej.: Habichuela); en *zig-zag*, en *anillo* (ej.: Maravilla de noche), y en *espiral* (ej.: *Salsola*) cuando tienen esas respectivas figuras.

NÚMERO DE EMBRIONES EN LOS GRANOS — Generalmente no hay más que un embrión en cada grano; sin embargo, los granos del Muérdago, del *Asclepias nigra*, del *Allium fragrans*, etc., tienen frecuentemente dos, y los del Naranjo suelen contener hasta ocho.

Color del embrión — El embrión es generalmente blanco; pero el del *Ervum tetraspermum* y el de otras plantas es amarillento; el del *Onobrychis sativa*, es amarillo de oro; el del *Impatiens balsamina*, verdoso; el del *Pistacia terebinthus*, verde; el del *Theobroma cacao;* violeta, el del *Gomphia olivæformis* es curioso por sus colores verde y púrpura.

Albumen — El *albumen* es un cuerpo completamente independiente del embrión, destinado á proveerle, antes de la germinación, de los alimentos que le son necesarios: es un depósito de jugos nutritivos.

El albumen no existe en todas las plantas. Cuando falta es reemplazado en sus funciones por los cotiledones: por eso es que, como lo observó Mirbel, cuando existe, los cotiledones son delgados y foliáceos (ej.: Ricino); mientras que cuando falta, éstos son espesos y están provisto abundantemente de sustancias nutritivas (ej.: Habichuela, Col).

El albumen es muy variable por su naturaleza, su consistencia, su volumen, su forma, su posición relativa al embrión, su textura, y por consiguiente da útiles caracteres para determinar los granos:

1.° *Por su volumen.* Es de un tamaño considerable relativamente al embrión, en el Trigo y la Yedra; es de igual tamaño que el embrión, en el Fresno; y por último, en las Ketmias es tan pequeñito que parece una envoltura del grano.

2.° *Por su naturaleza.* Puede ser *harinoso*, *aceitoso* ó *córneo:* es *harinoso*, cuando contiene una gran cantidad de fécula, como el del Trigo y el del Maíz; es *aceitoso*, cuando contiene una gran cantidad de aceite, como el del Ricino, de donde se extrae el muy conocido vulgarmente con el nombre de *aceite de castor* (1): y por último, es *córneo,* cuando tiene la dureza del cuerno, como el del café.

(1) Es de sentir que en nuestro país no se aproveche la gran cantidad de Ricino—*Tártago*—que se encuentra por doquiera.

3.° *Por su forma y posición relativa al embrión.* El albumen envuelve generalmente al embrión por completo, como se puede observar en las Umbelíferas; algunas veces, sin embargo, ocupa sólo un lado del grano, dejando el otro para el embrión, de manera á no tocarse sino por una cara: esto puede observarse con facilidad en las Ciperáceas, en donde el albumen ocupa la parte superior del grano, y el embrión, que es muy pequeño, la parte inferior; en las Gramíneas, en donde son colaterales en la base del grano; y por último, en la Maravilla de noche, en que el albumen está rodeado completamente por el embrión, que es anular.

4.° *Por su textura.* Ordinariamente, el albumen presenta una masa contínua; pero, algunas veces es *grumoso*, como en ciertas Rubiáceas; otras, su superficie está llena de grietas tapizadas por el tegumento, de manera que, haciendo una sección cualquiera, su masa, generalmente blanca, se presenta surcada por tantas líneas de color bruno, como repliegues del tegumento tapizan las grietas de la parte que se observa: los botánicos designan este último albumen con el nombre de *rumíneo*.

Dos albúmenes en un solo grano — La mayor parte de las plantas, ó no tienen albumen ó tienen uno solo; pero otras, como el Nenúfar, tienen dos: uno inferior, que ocupa casi toda la cavidad del grano, *harinoso*; otro superior, mucho más pequeño, de naturaleza *carnosa*, y colocado inmediatamente debajo del grano, y que presenta, en un corte longitudinal de éste, el aspecto de un pequeño triángulo.

Tegumentos del grano — En muchas plantas, las semillas tienen dos envolturas: una externa, dura y crustácea; y otra interna, sutil y delicada. La primera se llama *testa* ó tegumento externo; la segunda *tegmen* ó tegumento interno: en el Ricino se pueden separar fácilmente estas dos envolturas. En otras, al contrario, no hay más que una sola.

FORMAS DE LOS GRANOS — Los granos tienen formas muy variadas: algunas veces, como en los Pínos y Abetos, tienen en uno de sus lados un ala muy larga, cuyo objeto es facilitar su diseminación; otras, como en el Algodonero (1), el Sauce, el Alamo y el Cardo, su superficie está cubierta completamente por una infinidad de pelos, que tienen también por objeto contribuir á la diseminación; otras, sobre ciertas partes de la testa se notan unas eminencias carnosas de funciones desconocidas, y que los botánicos designan con el nombre de *estrofiliola* (ej.: granos de Enebro); y otras, por último, como en la Nuez moscada y los Oxalis, los granos están cubiertos, en gran parte de su superficie, por una especie de saco carnoso, conocido con el nombre de *arila*.

Puesto que el óvulo no es sino el grano que aun no ha llegado á madurez, se concibe fácilmente que todas las modificaciones de forma y posición que hemos observado en aquél, deben encontrarse también en éste: así, los granos son *ortótropos, anátropos* y *campulítropos;* son *rectos, vueltos, ascendentes* y *pendientes;* tienen en su superficie el *micropilo* y el *hilio;* y cuando son anátropos, tienen el *rafe*.

POSICIÓN DEL EMBRIÓN RELATIVAMENTE AL MICROPILO — El embrión siempre tiene su *raicilla cerca del micropilo y su punta se dirige hacia él*, sea que se trate de un grano en que el embrión esté contenido en el albumen, como en las Umbelíferas y Ranunculáceas, sea que se trate de un grano, en que, al contrario, el embrión envuelva al albumen, como en la Maravilla de noche: esta regla general tiene muy pocas excepciones.

PREFLORACIÓN

La *prefloración* es la manera cómo están dispuestas en el botón las diversas partes constitutivas de la flor.

(1) Los pelos del grano del Algodonero es lo que se vende en la industria con el nombre de *algodón*.

PREFLORACIÓN DE LA COROLA — Los pétalos, sean libres ó adherentes, pueden afectar, en el botón, siete disposiciones principales, que se han designado con las expresiones siguientes: *prefloración valvaria, torcida, alterna, espiralada, quinconcial, contorneada é imbricada.*

1.° Los pétalos están en *prefloración valvaria* cuando, estando unos al lado de los otros, en el botón, no se cubren entre sí de ninguna manera (ej.: Vid).

2.° Los pétalos están en *prefloración torcida*, cuando están dispuestos en el botón, de tal manera que uno de ellos cubre en parte á uno de sus vecinos, y éste á su vez cubre en parte á otro (ej.: Malva).

3.° Los pétalos están en *prefloración alterna*, cuando están dispuestos en dos verticilos, y los del verticilo externo se aplican sobre los del verticilo interno á la manera de las tejas de un tejado (ej.: Acebo).

4.° Los pétalos están en *plefloración quinconcial*, cuando siendo en número de cinco, parecen estar dispuestos en una espiral, cuyo ángulo de divergencia fuera 2/5; por consiguiente, hay dos pétalos externos, dos internos y uno mitad externo y mitad interno (ej.: Belladona). El pétalo, que es mitad externo y mitad interno, varía según las plantas: en algunas es uno de los anteriores, y es precisamente en aquellas pocas cuyas flores tienen dos pétalos anteriores, dos laterales y uno posterior; pero generalmente es uno de los posteriores, porque de ordinario las flores tienen dos pétalos posteriores, dos laterales y uno anterior.

5.° Los pétalos están en *prefloración espiralada*, cuando son numerosos, y se cubren siguiendo el orden de sus respectivas posiciones (ej.: *Nymphœa alba*). La *prefloración quinconcial* no es, por consiguiente, sino un caso particular de ésta.

6.° Los pétalos están en *prefloración contorneada*, cuando uno de ellos cubre á dos, y éstos á su vez cubren, sean los otros dos, si la corola tiene cinco pétalos, sea el cuarto si sólo tiene cuatro (ej.: Habichuela).

7.° Los pétalos están en *prefloración imbricada*, cuando dos

de ellos, que están en contacto, son uno externo y el otro interno, y los otros son mitad externos y mitad internos (ej.: *Malpighia urens*).

PREFLORACIÓN DEL CÁLIZ — Los sépalos pueden afectar, en el botón, las mismas disposiciones principales que los pétalos: por consiguiente, la prefloración del cáliz puede ser valvaria, torcida, alterna, espiralada, quinconcial, contorneada é imbricada; pero no todas estas prefloraciones son igualmente frecuentes en el cáliz, como lo son en la corola: las prefloraciones valvaria, alterna, espiralada y quinconcial son bastante generales en el cáliz, mientras que la torcida, por ejemplo, es muy rara.

No existe ninguna relación entre la prefloración de la corola y la del cáliz: en efecto, en las Malvas, la plefloración del cáliz es valvaria y la de la corola es torcida: en los *Malpighia*, la prefloración del cáliz es quinconcial y la de la corola es imbricada; y en los *Cerastiun*, la prefloración del cáliz es quinconcial, como también lo es la de la corola.

PREFLORACIÓN DE LOS ESTAMBRES — Muy poco puede decirse de la prefloración de los estambres: en general, cuando son más largos que las cubiertas florales, se pliegan en dos, de manera que las anteras quedan en la parte inferior; en las Melastomáceas, las anteras, de los estambres así replegados, penetran en unos agujeros formados en el receptáculo entre las logias ovarianas y la pared externa, de manera que en un corte transversal del ovario ínfero de estas plantas, se observa, en derredor de las logias, diez cavidades ocupadas, en el botón, por las diez anteras.

FLORES TIPOS

Las flores, por más variadas que sean en sus formas y en las posiciones relativas de sus diversos órganos, pueden reducirse á un pequeño número de *flores tipos*, de las que las demás no

son sino modificaciones más ó menos notables, modificaciones dependientes de los fenómenos conocidos con los nombres de *desdoble, disyunción, soldadura, metamórfosis, aborto, atrofia y desigualdad é irregularidad de desarrollo.*

Estudiar estas *flores tipos*, y agrupar, en su derredor, todas aquellas que les son simples modificaciones, es el fin que debe proponerse todo botánico que quiera ocuparse de la clasificación de las plantas; este también será nuestro objeto cuando entremos en la Fitografía. Por ahora sólo nos ocuparemos en estudiar los fenómenos que hemos enunciado anteriormente, dando á la vez algunos ejemplos de flores tipos y de sus modificaciones.

METAMÓRFOSIS — Se dice que hay *metamórfosis*, siempre que en lugar de un órgano se desarrolla otro de naturaleza diferente: en el Castaño de la India, por ejemplo, hay metamórfosis, porque la corola que debía tener cinco pétalos, no tiene de ordinario sino cuatro, por haberse transformado el quinto en estambre.

Metamórfosis ascendentes y descendentes — Los botánicos distinguen una *metamórfosis ascendente* y otra *descendente:* es *ascendente*, cuando el órgano reemplazado lo es por otro más elevado que él en el órden de la vegetación; por ejemplo, en los *Tilia*, en donde un estambre se transforma en pétalo; es *descendente*, cuando, al contrario, el órgano reemplazado lo es por otro menos elevado que él en el orden de la vegetación, como en el Castaño de la India, que ya hemos citado.

Metamórfosis normal ó anormal — Hemos visto anteriormente que algunas flores se hacen dobles, porque en lugar de algunos estambres se desarrollan otros tantos pétalos: este también es un fenómeno de *metamórfosis;* pero como esta metamórfosis no se produce sino en ciertas circunstancias y accidentalmente, se le ha llamado *metamórfosis anormal*, para distinguirla de aquella que tiene lugar constantemente en las mismas flores, que se llama, por lo mismo, *metamórfosis normal.*

DESDOBLE — Se dice que hay *desdoble*, siempre que en lugar de un órgano se desarrollan varios de la misma naturaleza: en el Alelí y en general en todas las Crucíferas, los dos estambres anteriores y el posterior se *desdoblan* cada uno en dos, mientras que los dos sobrepuestos á los sépalos laterales permanecen simples: de modo que en lugar de tener cuatro estambres en el androceo, como sería el tipo normal, se tienen seis.

DISYUNCIÓN — Hay *disyunción*, siempre que en lugar de un órgano entero, se le tiene dividido en dos. En el Lino (*Lino usitatissimum*) no hay, al principio del desarrollo, sino tres logias ovarianas, provistas cada una de dos óvulos; más tarde, cada una de ellas se divide en dos por intermedio de un falso tabique, y entonces se tienen seis logias en vez de tres: como cada una de estas seis logias no representa realmente sino una media logia, se dice que son producidas por *disyunción*.

SOLDADURA — Cuando los órganos florales se adhieren entre sí, sea esta adherencia entre órganos de idéntica ó diferente naturaleza, sea anterior ó posterior al nacimiento, se dice siempre que hay *soldadura*.

Anteriormente hemos dicho que cuando la soldadura se efectúa antes del nacimiento, se llama *congénita* y *postnata*, cuando es posterior.

La soldadura de los órganos después de su nacimiento, se opera por aproximación íntima de las partes que se han de soldar: es un fenómeno análogo á lo que llaman los jardineros *injerto por aproximación*.

ATROFIA Y ABORTO — Hay *atrofia*, siempre que un órgano no se desarrolla completamente, quedando por lo mismo en estado rudimentario; y *aborto*, cuando no se desarrolla ó desaparece después de nacer, no dejando ninguna señal de su existencia. En los *Penstemon*, hay atrofia de un estambre en el androceo, porque uno de los cinco estambres que constituyen el androceo del *tipo normal* de estas plantas, el estambre pos-

terior, está reducido á un largo filamento velloso sin antera; en los *Lamium*, al contrario, hay aborto de un estambre, porque uno de los cinco que constituyen el *tipo normal*, el posterior, ha desaparecido enteramente sin dejar ninguna señal de su existencia: *aborto* es, pues, la ausencia de un órgano; atrofia la presencia de un órgano rudimentario.

En algunas plantas, como la Salvia, por ejemplo, se observan á la vez los fenómenos de la atrofia y los del aborto: de los cinco estambres que constituyen el androceo del *tipo normal*, uno ha abortado, el posterior; y dos se han atrofiado, los laterales.

DESIGUALDAD DE DESARROLLO — Cuando todos los órganos de una misma naturaleza no se desarrollan de manera á tener todos el mismo tamaño, se dice que hay desigualdad de desarrollo: en el cáliz del Heléboro, por ejemplo, que tiene unos sépalos más grandes que otros, existe *desigualdad de desarrollo.*

IRREGULARIDAD DE DESARROLLO — Cuando todos los órganos de una misma naturaleza no se desarrollan de la misma manera, se dice que hay *irregularidad de desarrollo:* en el cáliz del Acónito, por ejemplo, en que uno de los sépalos tiene la forma de un casco y los otros son más ó menos aplastados, existe *irregularidad de desarrollo.*

Todas las modificaciones que acabamos de enumerar y explicar, pueden existir aisladas ó en conjunto: en el primer caso, siempre es fácil reducir la flor que se estudia á su *tipo normal;* en el segundo, al contrario, es extremadamente difícil. Para mayor claridad, tomemos algunos ejemplos.

GERANIÁCEAS — Los *Geranium,* que pueden ser considerados como el tipo de la familia de las Geraniáceas, tienen cinco sépalos libres hasta la base; cinco pétalos alternos; diez estambres dispuestos en dos verticilos, sobrepuestos uno al cáliz y el otro á la corola; un pistilo compuesto de un ovario con

cinco logias biovuladas al principio y sobrepuestas á los pétalos, y de un estilo dividido en su vértice en cinco ramas estigmatíferas.

Los *Erodium* tienen todos los caracteres de los *Geranium*, salvo una diferencia, el *número de estambres*. En efecto, los *Erodium* sólo tienen los cinco estambres alternos á los pétalos; los otros cinco se han atrofiado: difieren, pues, de los *Geranium*, por *atrofia* de los cinco estambres sobrepuestos á los pétalos.

Los *Monsonia* tienen quince estambres, en lugar de diez: cinco sobrepuestos á los sépalos y los otros diez sobrepuestos de á dos á los pétalos: ya es un carácter diferencial de los *Geranium*. Pero hay más, en los *Geranium* los estambres son libres, mientras que en los *Monsonia* son *pentadelfos*, es decir, están agrupados en cinco haces sobrepuestos á los sépalos, porque cada uno de los dos estambres sobrepuestos á los pétalos, se sueldan con el estambre próximo sobrepuesto al sépalo: los *Monsonia* se diferencian, pues, de los *Geranium*, por el *desdoble* de los estambres sobrepuestos á los pétalos, y por la *soldadura* de los estambres en cinco haces.

Los *Pelargonium* se separan aún más de los *Geranium*. Tienen también cinco sépalos, pero se insertan diferentemente, uno á modo de herradura y los otros á modo de arco de círculo; tienen también cinco pétalos y alternan con los sépalos, pero estos pétalos no son iguales, los dos posteriores son más grandes que los demás; tienen también, al principio, diez estambres dispuestos en dos verticilos, pero tres de los estambres sobrepuestos á los pétalos no llevan anteras, se han atrofiado: los *Pelargonium*, difieren, pues, de los *Geranium* por *irregularidad de desarrollo* del cáliz, por *irregularidad de desarrollo* de la corola, y por *atrofia* de una parte del androceo.

LEGUMINOSAS — Los *Spandocea* pueden ser considerados como tipos de esta familia. La flor es regular y se compone de cinco sépalos; de cinco pétalos libres y alternos con los sépalos; de diez estambres libres hasta la base y dispuestos

en dos verticilos sobrepuestos, uno al cáliz y el otro á la corola; y de un pistilo único de ovario unilocular, con una placenta parietal colocada en su pared ventral.

La Sensitiva (*Mimosa púdica*) tiene todos los caracteres de los *Spandoncea*, salvo una excepción: la corola en lugar de ser eleuteropétala, es gamopétala. Difiere, pues, del tipo de la familia, por el fenómeno de la *soldadura* de los pétalos.

El Altramuz (*Lupinus varius*) y los *Edwardsia* tienen todos los caracteres de los *Spandoncea*, salvo también una excepción: la corola, que es siempre eleuteropétala, es irregular y papilionácea. Difiere, pues, del tipo de la familia, no por un fenómeno de la soldadura, pero sí por un fenómeno de *irregularidad de desarrollo* de los pétalos.

La Habichuela (*Phaseolus vulgaris*) se separa más de los *Spandoncea:* en efecto, tiene la corola papilionácea, como el Altramuz, y además los estambres, en lugar de ser libres, son diadelfos. Difiere, pues, del tipo de la familia, por la *irregularidad* de la corola, y por la *soldadura* de los estambres.

El Trébol se separa aún más: su corola es papilionácea y gamopétala, y sus estambres son diadelfos. Tiene, pues, tres modificaciones del tipo normal: *irregularidad de desarrollo*, *soldadura* de los pétalos y *soldadura* de los estambres.

La Cañafístula tiene todos los caracteres de los *Spandoncea*, salvo dos: su corola es eleuteropétala irregular, y de sus diez estambres tres son estériles. Difiere, pues, del tipo de la familia, por un fenómeno de *irregularidad de desarrollo* de los pétalos, y por *atrofia* de una parte del androceo.

Los *Bauhinia* se parecen mucho á los *Spandoncea*, salvo en dos caracteres: tienen diez estambres como éstos, pero sólo uno es fértil, los demás han quedado reducidos á filamentos estériles, que se han soldado entre sí. Difieren, pues, del tipo normal, por un fenómeno de *atrofia* de la mayor parte de los estambres, y por un fenómeno de *soldadura* de los filamentos de los estambres.

Los *Amorpha* difieren también de los *Spandoncea* por dos caracteres, pero no son los mismos que en los *Bauhinia*; en

los *Amorpha*, en efecto, los estambres se han reunido en dos haces por sus bases, pero todos son fértiles, y además de los cinco pétalos de la corola sólo queda uno, por haber abortado los otros cuatro. Difiere, pues, del tipo normal, por el fenómeno de *aborto* de una parte de la corola, y por la *soldadura* de los estambres.

Podríamos continuar así, con la familia de las Leguminosas, relacionando todos los géneros á su tipo normal; podríamos tomar otros ejemplos de otras familias; pero lo dicho lo creemos sobradamente suficiente para hacer comprender lo que entendemos por *flor tipo*, y la manera de referir á ella todos los géneros que se les diferencian, por uno ó varios de los fenómenos que acabamos de examinar (1).

---

(1) Todas las láminas de esta primera parte, salvo la del óvulo, pertenecen á Payer.

ANATOMÍA VEGETAL

En la Organografía hemos descrito los órganos fundamentales que concurren á la vegetación y á la reproducción de la planta: la raíz, el tallo, las hojas, los verticilos florales, la semilla, etc. Pero estos órganos fundamentales se componen á su vez de partes íntimas, que no pueden ser estudiadas sin el auxilio del microscopio, del escalpelo y de los reactivos: esas partes íntimas, cuya extructura varía muy poco en las diferentes plantas y que son los elementos del tejido vegetal, han sido llamadas por los botánicos *elementos histológicos*. Estos elementos histológicos, que son vitales, y cuyo conjunto constituye los tejidos como éstos constituyen los órganos, se componen de principios inmediatos, y éstos á su vez de elementos químicos: estudiarlos bajo estos diferentes aspectos es estudiar la *Anatomía vegetal*.

ELEMENTOS HISTOLÓGICOS

Si se examina con el microscopio un corte, tan fino como sea posible, del tallo, de la raíz, de las hojas ó de los órganos florales, etc., en un vegetal cualquiera, se ve que presenta un gran número de cavidades diversas, unas completamente circunscritas por paredes, otras desprovistas de paredes propias y ocupando los intervalos de las primeras; su conjunto ofrece el aspecto de un tejido, y de ahí el nombre de *tejido vegetal*. Las cavidades cerradas presentan tres modificaciones principales: ó tienen un diámetro casi igual por todas partes, y en-

tonces se las designa con el nombre de *células;* ó son más largas que anchas, y sus dos extremidades se adelgazan en forma de huso, en cuyo caso se llaman *fibras;* ó, por último, forman canales muy prolongados, de los cuales no se pueden ver las dos extremidades bajo el microscopio: éstos son los *vasos.*

El vegetal, por más complicado que se le suponga, siempre es un conjunto de vasos, de fibras y de células; en su origen ha sido una célula única (*oósfero, zoósporo* ó *vesícula embrionaria*), que ha cambiado de forma, ó se ha segmentado ó multiplicado de cualquier otra manera, para constituir las fibras, los vasos y los tejidos: la célula vegetal es, pues, el elemento anatómico de las plantas, como la célula animal es el de los animales; es un elemento vivo. De esto se deduce que, en su origen, la organizacion vegetal parece confundirse con la animal.

CÉLULA

Extructura de la célula — Las células, como las plantas, no son siempre iguales: crecen y poco á poco se acercan al fin que les ha destinado la naturaleza, pasando por una serie de transformaciones sucesivas, ó lo que es lo mismo, cambiando en todos sus estados de forma, extructura y composición química. Cuanto más se acercan al fin químico ó mecánico, que deben cumplir en la economía de la planta, más varían en sus formas: de ahí que, para estudiarlas de una manera general, sea necesario tomarlas en su estado de juventud, como se las encuentra en las extremidades de las jóvenes raíces, de los jóvenes tallos ó de las jóvenes hojas.

Empezaremos, pues, por estudiar las células en su estado primitivo, estado en el cual casi todas son iguales, para pasar en seguida á las diversas modificaciones que experimentan con los progresos de la edad, modificaciones tanto más notables cuanto más diversas sean sus respectivas funciones.

Composición de las células — La mayoría de las células que

constituyen los jóvenes órganos de las plantas, están compuestas por tres capas concéntricas (Fig. 55, A) : en la periferia, una cubierta homogénea, sólida y elástica cerrada por todas partes, la *pared ó membrana celular ;* en el centro, un cuerpo esférico ú oval, el *núcleo,* que contiene frecuente-

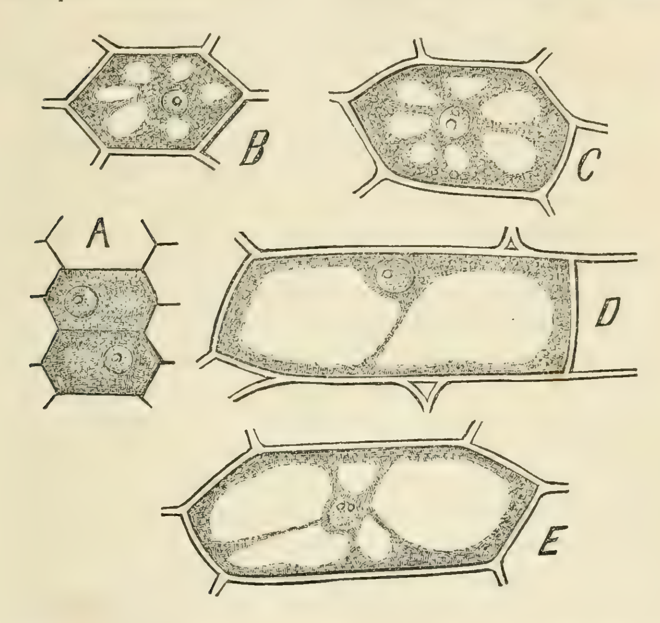


Fig. 55. — Estados sucesivos de una célula completa. A, antes de la introducción de jugo celular : membrana, protoplasma, núcleo y nucleolo. B y C, aparición y desarrollo del jugo celular : vacuolos. D, fusión de los vacuolos, empieza la rotura de las banditas, y el núcleo ha sido llevado á la capa parietal del protoplasma. E, el núcleo todavía es central. A, B, C y D son tomadas de la raíz de la Habichuela ; E, de la hoja del Jacinto (según Van Tieghem).

mente, en su parte media, un gránulo llamado *nucleolo ;* y entre el núcleo y la membrana, una materia blanda y no elástica ordinariamente granulosa, que forma entre aquéllos una capa espesa y contínua, denominada por Hugo de Mohl *protoplasma.*

Las células jóvenes de las plantas superiores tienen constantemente esos tres elementos: membrana, protoplasma y núcleo; pero no sucede lo mismo con todas las de las plantas inferiores. En efecto, las células de los Hongos están generalmente desprovistas de núcleo; los zoósporos de las Algas carecen de membrana, cuando se desprenden de la planta madre: el protoplasma, al contrario, nunca falta. La *célula*, pues, puede definirse: *una masa protoplásmica viviente con núcleo ó sin él, desnuda ó protegida por una cubierta membranosa.*

El protoplasma y el núcleo tienen una composición química análoga, estando formados esencialmente por diversos principios azoados, análogos á la albúmina, y asociados en proporciones variadas. Se distinguen claramente, en la línea de contacto, por sus cualidades físicas y especialmente por la solidez y refringencia de cada uno de ellos.

La membrana celular tiene una composición química mucho más simple. Desprovista de ázoe, sólo contiene carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones indicadas por la fórmula $C^{12} H^{10} O^{10}$: este cuerpo ternario, que le es propio, se llama *celulosa*. El papel, la tela de lino ó la de algodón, que son fabricados con celulosa, dan una idea de la resistencia y de las principales propiedades de esta sustancia.

El protoplasma, que por sí mismo es incoloro y transparente, no tarda en enturbiarse, debido á numerosas sustancias que él mismo produce, como las materias grasas, los granos de almidón, los cristales y los cuerpos clorofilianos: nos limitaremos por el momento, á señalar sólo estos últimos. Tienen la misma naturaleza que el protoplasma, pero en vez de quedar incoloros como él, se tiñen uniformemente de verde, con un principio colorante, la *clorofila*, que se produce bajo la influencia de la luz. Este principio colorante verde está asociado, entre otros, á uno amarillo, la *jantofilla*, que se desarrolla también en la oscuridad, y es el que constituye por sí sólo la coloración amarillenta de las plantas decoloradas. La clorofila, por su parte, es la sustancia que da su color á las partes verdes de la planta y especialmente á las hojas.

Diferenciación de la célula — La célula joven está completamente llena por un cuerpo protoplásmico macizo; su núcleo tiene un diámetro considerable, relativamente al de ella; la membrana, al contrario, es delgada; pero estos caracteres cambian muy pronto, á no ser que esté destinada á multiplicarse. Las modificaciones de una célula determinada varían muchísimo, según el lugar que ocupe en la planta, por tener por objeto prepararse para el papel que deben desempeñar más tarde. Al principio, las diferencias entre las células recién salidas de la fase embrionaria y en vía de adquirir sus formas definitivas, son poco notables; pero más tarde se acentúan tanto, que en la edad adulta no hay nada que haga sospechar el origen común de esos elementos tan diferentes por la forma, la dimensión, las propiedades físicas y la composición química: esa evolución progresiva que, de un punto común puede conducir á resultados tan diversos, es lo que se llama *diferenciación;* y no sólo existe en la célula, sino también, como veremos más tarde, en los tejidos y en los órganos.

Jugo celular — Al salir del estado de juventud que acabamos de describir, si la célula crece mucho y rápidamente, como es el caso más común, el protoplasma no puede seguir este aumento sin desgarrarse. Se forman entonces, en diversos puntos de la zona media, soluciones de continuidad, que se llenan inmediatamente por un líquido claro (Fig. 55, B): dichas soluciones de continuidad, al principio, son esféricas, y el líquido que las ocupa forma en el protoplasma unas gotitas transparentes, llamadas *vacuolos.* Si la causa que las ha producido continúa obrando, estas gotitas aumentan poco á poco (Fig. 55, C), después se tocan, y por último se confunden en una masa líquida única (Fig. 55, E). El protoplasma forma entonces, al menos por algún tiempo, una capa externa contínua que tapiza la membrana, una capa interna igualmente contínua que envuelve al núcleo, y entre éstas unas banditas radiantes, con frecuencia ramosas, que forman una red cuyas mallas están ocupadas por el líquido.

Más tarde, continuando el crecimiento de la célula, las ban-

ditas se estiran, se adelgazan y acaban por romperse. En este caso sucede una de estas dos cosas: ó se desgarran todas á la vez, retrayéndose una mitad hacia la parte parietal y la otra hacia la parte que envuelve al núcleo, en cuyo caso queda éste colocado en el centro de la célula y el protoplasma completamente separado en dos capas; ó se desgarran sólo las de un lado, y entonces las del lado opuesto desprovistas de fuerzas antagonistas, se retraen lentamente por completo, arrastrando consigo al núcleo y la capa protoplásmica que le envuelve, y le colocan lateralmente en la capa parietal, en donde forma una prominencia (Fig. 55, D).

Después de la rotura de todas las banditas, el protoplasma, que nuevamente forma una masa contínua, tapiza la cara interna de la membrana, formando una capa que se llama parietal. Toda la región central queda ocupada por el líquido, que contiene naturalmente en disolución todos los principios solubles del protoplasma: este líquido (1) es denominado en todos los casos, *jugo celular*.

Movimientos del protoplasma — Desde el momento en que el jugo celular se hace abundante (Fig. 55, C) el protoplasma entra en movimiento: las banditas, extendidas á través de la célula, cambian de forma y de posición, unas desaparecen y otras se forman; los gránulos se mueven á lo largo de las banditas y por toda la capa parietal, como lo indican las flechas en la Fig. 56 (2); y más tarde, cuando el

(1) En este estado fueron vistas primeramente las células: el botánico inglés Grew (1682) las llamaba *vesículas;* Malpighi (1686) *utrículos;* y el botánico francés Mirbel (1608) empleó para caracterizarlas el nombre de células. En 1831, el célebre botánico inglès R. Brown consideró al *núcleo (esferoide* de Mirbel) como una parte esencial de la célula; y en fin, en 1838, Schleiden señaló los *nucleolos.* El primero que observó la capa parietal ó periférica del protoplasma en este estado de la célula, fué Hugo de Mohl, quien la denominó *utrículo primordial.*

(2) El movimiento á lo largo de las banditas y por la capa parietal constituye en conjunto el movimiento de traslación del protoplasma; el de la capa parietal, considerado aisladamente, constituye el de rotación.

jugo celular se reune en la región central, los movimientos continúan en la capa parietal del protoplasma (Fig. 55, D).

Cuando la célula, al salir de su estado joven, crece poco ó lentamente, los espacios ocupados por el líquido, que hemos descrito, no se presentan, y entonces el protoplasma forma una masa contínua y no tiene los movimientos internos que hemos indicado.



Fig. 56. — Célula de un pelo de Caledonia. Las flechas indican el sentido del movimiento de los gránulos protoplásmicos en las banditas y en la capa parietal; *n*, núcleo con su nucleolo. (Según. Dippel — aument. 600 diámet).

El protoplasma es el cuerpo viviente de la célula — De los tres elementos constitutivos principales de la célula joven : membrana, protoplasma y núcleo, — el jugo celular es siempre de origen posterior y por consiguiente su valor es subordinado — ¿ cuál es el más importante ? Para poder responder á esta pregunta, se pueden seguir tres métodos, que todos conducen al mismo resultado : el histórico, el comparativo y el experimental.

1.° *Método histórico* — Este método consiste en estudiar la biografía de la célula; es decir, tomándola en su estado de juventud, retroceder hasta su nacimiento ; y luego volviendo á ese mismo estado, seguirla hasta su muerte.

Cuanto más joven es la célula, más delgada es su membrana ; y en la extrema juventud, esta no existe : la célula es desnuda (1). Más todavía, si retrocedemos hasta su origen, la encontramos muchas veces desprovista de núcleo ; está constituida únicamente por una masa homogénea de protoplasma: carece á la vez de núcleo y de membrana (2).

(1) Constituye el gimnocito de Hæckel.
(2) Constituye el gimnocitodo de Hæckel.

Tomándola en su estado de juventud y siguiéndola hasta su muerte, — se formen ó no en su protoplasma los vacuolos llenos de jugo celular, lo que sólo está en relación con la energía y rapidez del crecimiento, — se nota que el protoplasma se transforma poco á poco, se gasta y al fin desaparece por completo, como también el núcleo. Algunas veces, los productos de la transformación son todos solubles, y entonces el protoplasma es reemplazado lentamente por un líquido claro que les contiene en disolución: este líquido á su vez, ó es reemplazado por el aire, ó simplemente es expulsado por presión externa quedando obliterada la cavidad celular; otras, muchos de esos productos son insolubles, como el aceite, el exalato de cal, etc., y entonces se depositan en estado de gotitas y de cristales en la cavidad celular; y otras, por último, el protoplasma desaparece á expensas del espesor de la membrana, y entonces se ve que ésta ocupa poco á poco el lugar de aquél, no dejando sino un pequeño espacio, situado en el centro ó rechazado á la periferia.

Cuando la célula se reduce así á una membrana persistente, llena de agua, aire ó aceite y cristales, ó cuando se oblitera por el espesor de su membrana, conserva su forma y su volumen primitivo; al contrario, pierde su volumen y su forma, cuando la cavidad se oblitera por compresión.

La membrana misma puede disolverse y desaparecer totalmente, no quedando entonces nada de la célula primitiva, ningún otro rastro sino una *laguna*, la que también puede desaparecer más tarde, por el crecimiento de las células vecinas.

Cualquiera que sea el fin de la membrana y de la diversa naturaleza de su último contenido, mientras la célula contenga todavía cierta cantidad de protoplasma, es capaz de crecer, de producir nuevas combinaciones químicas, y de formar, en condiciones favorables, nuevas células; es decir, tiene vida. Al contrario, si el protoplasma ha desaparecido por completo, pierde todas esas propiedades; la célula está muerta. Si la membrana es persistente, puede todavía ser útil por su esque-

leto: ya por sus propiedades físicas, solidez en la madera é impermeabilidad en el corcho; ya por su cavidad misma, que sirve para encerrar ó transportar los líquidos, como en los vasos conductores.

Estudiado así el desarrollo completo de una célula, hemos podido apreciar que el protoplasma existe desde su origen, y que de él derivan el núcleo, la membrana y el jugo celular; hemos podido notar también que, una vez gastado y transfor-

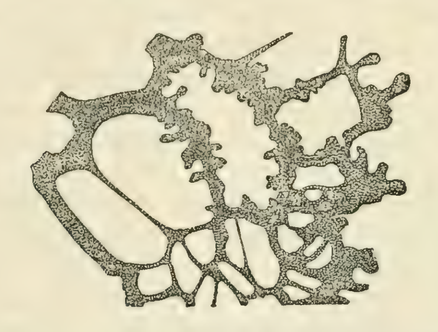


Fig. 57.—Un fragmento del plasmodio reticulado del *Didymum leücopos*, en vía de progresión hacia la derecha. (Según Cienkowski).

mándose poco á poco hasta desaparecer por completo, aunque la célula posea todavía el núcleo, la membrana y el jugo celular con sus diversos contenidos que á veces la llenan por completo, y aun conservando su forma y su tamaño primitivo, la célula, sin embargo, está muerta: la vida de la célula está, pues, necesariamente ligada á la presencia del protoplasma; en otros términos, *el protoplasma es el cuerpo viviente de la célula y el asiento de su actividad.*

2.° *Método comparativo* — Por el método comparativo se llega á la misma conclusión; pero en lugar de considerar una sola célula, se comparan varias completamente diferentes, tomadas todas en el estado del más pleno desarrollo.

La inmensa mayoría posée en este estado, ya lo hemos dicho, cuatro partes distintas: la membrana, el protoplasma, el núcleo y el jugo celular. Pero en las plantas inferiores, en

muchas Talofitas, por ejemplo, se encuentran frecuentemente algunas células provistas de membrana, protoplasma, jugo celular y sin núcleo; otras tienen membrana y protoplasma, y carecen de núcleo y jugo celular (1); otras tienen protoplasma y núcleo, sin membrana ni jugo celular (gimnocito); otras en fin, carecen de membrana, núcleo y jugo celular, estando reducidas sólo á una simple masa homogénea de protoplasma (gimnocitodo). Esta masa protoplásmica puede ser de forma regular y determinada: esférica, oval ó alargada en cinta espiralada; y puede ser también de forma variable. En este último caso, afecta de ordinario la forma de una red móvil de mallas mutables (Fig. 57), comparable á la red protoplásmica de la célula completa, que representa la figura 55, C, E, y la figura 56.

El *protoplasma* es, por lo tanto, *el único elemento constitutivo constante de las células:* todas las otras partes pueden faltar en conjunto ó por separado.

3.° *Método experimental* — En fin, el método experimental, es decir, la observación de algunos ejemplos que nos ofrece la naturaleza, conduce al mismo resultado.

Si se toma, por ejemplo, una célula tubular de una Alga del género *Voqueria* ó de un Hongo del género *Mucor*, y se horada ó rasga su membrana para dejar en libertad, en el agua, una porción de su masa protoplásmica, se verá que ésta, contrayéndose, forma una esferita que produce muy pronto, en su periferia, una membrana, y de esta manera constituye una nueva célula completa, capaz de desarrollarse ulteriormente: de una manera general, si se divide una célula en varias partes, cada uno de los fragmentos protoplásmicos es suficiente para formar una nueva célula.

La reproducción de las Fucáceas nos ofrece un ejemplo muy bello y muy claro (Figs. 58 y 59). Sobre las ramas fructíferas de estas grandes Algas marinas, de las cuales tomaremos como ejemplo el *Fucus vesiculosus*, se forman, en cavidades

(1) Constituyen los lepocitodos de Hæckel.

particulares, grandes células llamadas *oógonas* (Fig. 58). Cada una de éstas está llena enteramente por un protoplasma finamente granuloso, al principio homogéneo, pero que se divide más tarde en ocho porciones muy apretadas entre sí y por consiguiente poliédricas. La pared de la oógona está formada por dos capas: la exterior se rompe, y entonces la interior queda en libertad bajo la forma de un saco, que se dilata absorbiendo agua (Fig. 59). En este saco, así engrandecido, las ocho porciones del protoplasma se redondean; después este saco se rompe á su turno, y deja en libertad á las masas protoplásmicas, que ya se han hecho perfectamente esféricas. Estos *oósferos*, como se les llama, son excitados á un desarrollo ulterior, por la acción fecundante de otros pequeños cuerpos protoplásmicos, llamados *anterozoides*. De la sustancia del oósfero fecundado y llegado á ser lo que se llama un *oósporo*, se separa después una materia incolora que se acumula en la periferia, y se endurece formando una membrana cerrada por todas partes: se forma una nueva célula. Esta crece en seguida en dos direcciones diferentes, y produce, por una serie de transformaciones ulteriores, un *Fucus* joven (Fig. 59).

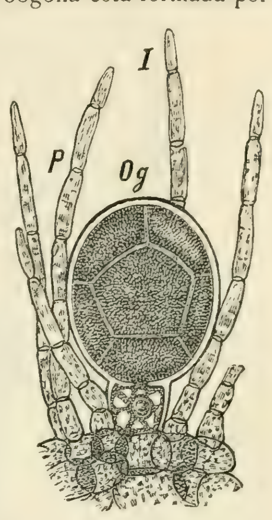


Fig. 58. — Oógona *og* con paráfisis *p* del *Fucus vesiculosus*. (Véase fig. 59).

La producción de los *zoósporos* de las Algas y de varios Hongos, nos facilita también otro ejemplo que demuestra hasta la evidencia la actividad propia y exclusiva del protoplasma.

En este caso, la masa protoplásmica de una célula llena de jugo celular, se contrae, como se ve en el *Œdogonium* (Fig. 60), expulsa el agua de dicho jugo, y forma una masa redondeada sólida, que se escapa luego por la desencajadura de la membrana celular, y después por la rápida vibración de una corona

de pestañas que lleva en su parte anterior, nada en el líquido ambiente. Mientras que atraviesa la membrana, la masa protoplásmica atestigua, por sus movimientos y cambios de forma, que es blanda y extensible; pero una vez fuera de la célula, toma una forma específicamente determinada. Por último,

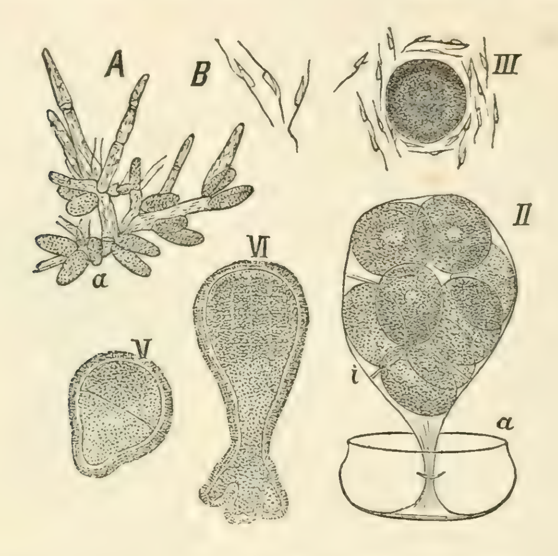


Fig. 58 y 59.—Reproducción sexuada del *Fucus vesiculosus*.—A, pelos que llevan los anteridios; B, anterozoides; I, Oogona *Og* con paráfisis *p;* II, la membrana externa *a* se ha roto y la interna *i* que ha quedado libre encierra los oósferos; III, un oósfero libre rodeado por anterozóides; V, primera partición del oósfero fecundado ú oósporo; IV, joven *Fucus*, salido del desarrollo del oósporo. (B, aumento de 330 diámetros, lo demás 160—según Thuret).

después de un tiempo más ó menos largo, el zoósporo se detiene quedando completamente inmóvil. Si en este momento se le mata con medios apropiados, con una gota de ácido clorhídrico ó de alcohol extendido, por ejemplo, su protoplasma se contrae, y deja percibir con claridad una membrana fina, que no poseía en el instante de su salida ni al principio de sus movimientos. Una vez en reposo, cambia tambien de forma y su vo-

lumen aumenta, al mismo tiempo que se reune en su interior un jugo celular, más ó menos abundante. Constituída así la célula, se desarrolla de un modo que es determinado por la naturaleza específica de la planta.

Estos ejemplos nos bastan para demostrar que el protoplasma es el cuerpo más importante de la célula.

Solo al principio, solo siempre, suficiente solo y aun fragmentado, para reconstruir la célula completamente en el medio exterior, el protoplasma es por todos estos títulos el elemento fundamental de la célula; con otras palabras, puede decirse: la *célula es el protoplasma.*

Todas las otras partes de la célula derivan del protoplasma — El método experimental por una parte y la observación de la naturaleza por otra, nos han demostrado que la sustancia de que se forma la membrana celular, estaba contenida, al principio, bajo alguna forma oculta en la porción de protoplasma de la célula del *Voqueria* ó del *Mucor,* y de las masas protoplásmicas del zoósporo y del oósporo. La producción de la membrana celular debe, pues, concebirse como una separación de materias mezcladas, al principio, con el protoplasma. Una cosa parecida sucede con el *jugo celular.* Cierto es que el agua que ésta encierra le viene de fuera, pero una vez que ha penetrado en la célula por endósmosis á través de la membrana celular, se pone en contacto con el protoplasma y disuelve todas las sustancias solubles que se encuentran en él. La formación del jugo celular aparece, pues, también como una separación de las sustancias mezcladas, al principio, con el protoplasma.

Más adelante veremos que la sustancia del *núcleo,* allí donde éste existe, se encuentra primitivamente repartida en el protoplasma, verificándose su formación por la condensación de ciertas partículas protoplásmicas al rededor del centro de la célula.

Además, la mayor parte de las sustancias que más tarde estudiaremos bajo la denominación de *productos celulares,*

tienen también su origen en la actividad propia del protoplasma, siendo el resultado: ó de una secreción ó de la desasimilación ó en fin de una transformación química.

De esta manera, la célula, provista de una membrana, de un núcleo, de un jugo celular y de productos celulares; la célula desarrollada y en actividad, en una palabra, no es otra cosa más que el resultado de una diferenciación progresiva de las partículas de sustancias confundidas, al principio, bajo una forma invisible, en la masa protoplásmica.

Demostrado el papel importante del protoplasma en la célula, vamos á estudiar más de cerca las diversas clases de extructura de los vegetales, y las diferenciaciones sucesivas que se introducen, con el desarrollo, en su cuerpo.

Extructura simple. Extructura dividida — El huevo de las plantas inferiores está constituído por una masa contínua é indivisa. Mientras crece para formar poco á poco el cuerpo vegetativo, aquella homogeneidad de sustancia se conserva, á veces por mucho tiempo, y se observa hasta en el estado adulto. Sucede esto, por ejemplo, en ciertas Algas, no sólo entre aquellas que poseen una forma simple, como las del género *Valonia*, ó una forma ramificada pero homogénea, como las del *Udotea* y las del *Voqueria*, sino también entre aquellas cuya forma ramificada ha sufrido una diferenciación profunda, como las del *Caulerpa:* la extructura de estas plantas se llama *simple.*

Pero con mucha frecuencia, á medida que crece, el huevo divide su masa en un número más ó menos considerable de partes, todas semejantes al principio. Resulta de aquí que, una vez llegado el estado adulto, el cuerpo se halla compuesto de un número generalmente inmenso de pequeñas masas distintas, invisibles de ordinario á simple vista, yuxtapuestas é íntimamente unidas como las piedras de un edificio: su extructura se llama entonces *dividida.* Las pequeñas masas salidas de la segmentación del cuerpo son lo que hemos llamado *células.*

Esta extructura celular se observa en la mayor parte de las Talofitas, aun en aquellas en donde la forma permanece simple.

Existe sola en las Muscineas, las Criptógamas vasculares, y las Fanerógamas, y en éstas se encuentra igualmente en el tallo, en la raíz y en las hojas.

Cada célula posee los mismos caracteres generales que el huevo de donde deriva, y que el cuerpo entero cuando éste es simple. Así puede decirse por extensión que, el cuerpo entero de un *Valonia*, de un *Voqueria*, de un *Caulerpa*, etc. es también una simple célula.

Alternancia de estos dos modos de extructura — En el curso de su desarrollo, todo vegetal realiza sucesivamente estos dos modos de extructura. No hay planta alguna que, por muy dividida que sea, no haya comenzado por ser simple, así como no hay ninguna, por más simple que sea, que no concluya por dividirse. Sólo hay una diferencia en la duración de estos estados: á veces es el estado de división el que menos dura; otras, es el de simplicidad. Para expresar esta diferencia, se dice que la planta es *unicelular* en el primer caso, *pluricelular* ó *multicelular* en el segundo. Estas palabras dan á conocer simplemente la extructura que posee el vegetal en el estado medio de su desarrollo, estado que es, por otra parte, el más durable y en el cual se le encuentra con más frecuencia.

El pasaje de la extructura simple á la extructura dividida se efectúa, como hemos dicho, por una segmentación repetida, cuyo mecanismo estudiaremos más adelante; el retorno de la extructura celular á la extructura simple se opera por una disociación de sus células, ó al menos de algunas de ellas. Separada del conjunto y aislada en el medio exterior, cada una de estas células goza de una existencia independiente, crece, se segmenta y produce por último un cuerpo nuevo semejante á aquél de quien se aisló. A su vez, este cuerpo pone en libertad algunas de sus células, que obran de la misma manera, prosiguiéndose estos fenómenos indefinidamente.

Considerada con relación á la planta antigua que subsiste, la célula desprendida es la célula reproductriz; considerada

con relación á la planta nueva que ha de producir, es la célula primordial.

EXTRUCTURA HOMOGÉNEA. EXTRUCTURA DIFERENCIADA. — Cuando la célula se reduce á una masa de protoplasma, su extrutura puede llamarse *homogénea*. Si el cuerpo de la planta se halla formado por una célula de esa naturaleza, ó por un gran número de ellas, semejantes entre sí, se dirá también que su extructura es homogénea.

Cuando se forman, en un momento dado, en el seno del protoplasma un núcleo para servirle de centro de atracción, en su superficie una membrana para protegerla, y en diversos puntos de su sustancia un líquido para establecer una fácil comunicación entre sus puntos más distantes, este núcleo, esta membrana y este líquido, derivados de la actividad del protoplasma, son los primeros efectos de una especialización, de una diferenciación cada vez más profunda, producida en el cuerpo protoplásmico de la célula, al principio homogéneo: una célula completa, como la que hemos estudiado anteriormente, y como nos la muestra la figura 55, D, E, es entonces una célula diferenciada. Si el cuerpo de la planta está formado por una célula de esta clase ó por un número más ó menos grande de ellas, semejantes todas entre sí, se dirá también que su extructura es *diferenciada*.

DIVERSOS GRADOS DE DIFERENCIACIÓN — He ahí una diferenciación primaria. Pero á menudo la diferenciación no se detiene en este punto, sino que se produce en el protoplasma, en la membrana, en el núcleo y en el jugo celular, nuevas especializaciones, una separación en partes diferentes, en una palabra, una diferenciación que puede llamarse secundaria.

Esta diferenciación secundaria puede producir dos efectos diferentes, y, por así decir, opuestos: en ciertos casos, puede observarse á la vez sobre el plotoplasma, sobre la membrana, sobre el núcleo y sobre el jugo celular, los cuales difieren cada vez más entre sí, hasta que en último término, la célula adquiere

de esa manera, el mayor grado de complicación de que es capaz. Sucede esto, por ejemplo, en ciertas plantas unicelulares, y notablemente en las Algas pertenecientes á las familias de las Sifonadas, de las Desmídeas, de las Diatomeas, etc. Esta es la razón, por que el estudio de estas plantas es tan importante bajo el punto de vista de la Botánica general: quien ignora ese estudio, no puede formarse una idea exacta de todo lo que una sola célula es capaz de producir á la vez.

En otros casos, por el contrario, la diferenciación secundaria no se observa más que en una de las cuatro partes originadas por la diferenciación primaria; dicha parte se diferencia sola, con exclusión de las otras que permanecen homogéneas.

Según los casos, ó es directamente el protoplasma, por medio de alguna de las formaciones granulosas que puede producir y acumular en su masa, como los granos de clorofila, por ejemplo, ó bien es la membrana ó el núcleo ó el jugo celular, que se desarrollan de una manera predominante y en una dirección determinada. La extructura definitiva de la célula es, en este caso, mucho menos complicada que en el primero.

Si el cuerpo de la planta es multicelular, sucede á veces que todas las células sufren la misma diferenciación primaria y el mismo modo de diferenciación secundario: en este caso, son y permanecen todas semejantes. Se observa esto, por ejemplo, en las Confervas y en las Ulvas. La diferenciación del cuerpo es la misma, como si estuviera formado por una sola de sus células. Pero con mayor frecuencia, después de haber experimentado la misma diferenciación primaria, las diversas células del cuerpo sufren una diferenciación secundaria muy desigual. Se desarrollan en direcciones divergentes, se hacen cada vez más desemejantes, en una palabra, se diferencian cada vez más profundamente las unas de las otras. La extructura del cuerpo de la planta se halla diferenciada, en este caso, en dos grados: en cada célula y entre las células. Esta diferenciación entre las células, esta especialización de las mismas, alcanza su mayor grado, en variedad y profundidad, en las Fanerógamas. En estas plantas, el cuerpo adulto encierra á menudo mi-

llones de células, y según la región que se considere, estas células ofrecen un gran número de formas y de extructuras diferentes; un número considerable de especializaciones. Más adelante, cuando estudiemos los tejidos, adquiriremos nociones más completas sobre las diversas diferenciaciones que se introducen en las células de las plantas superiores.

Vamos ahora á estudiar en detalle cada una de las tres partes esenciales de que se compone una célula, es decir, el protoplasma, el núcleo y la membrana celular, completando el estudio de aquélla con el del grupo de sustancias que hemos llamado productos celulares.

PROTOPLASMA

El protoplasma es, como se verá más adelante, una mezcla de varios principios inmediatos diferentes entre sí, con cierta cantidad de agua: unos azoados y albuminoideos, otros terciarios, otros minerales, y todos en vía de contínua transformación química. Algunas veces, todas estas materias están extendidas, bajo una forma invisible, en la masa general: el protoplasma posee, en este caso, la transparencia y la perfecta homogeneidad del cristal. Pero á menudo, estas sustancias, producto de la actividad química del protoplasma, son insolubles y se depositan en la masa fundamental hialina, bajo la forma de numerosos y pequeños gránulos, cuya naturaleza es de difícil apreciación; sin embargo, en ciertos casos, estos gránulos alcanzan poco á poco una gran dimensión y al mismo tiempo adquieren una forma, una extrutura, reacciones y también un color determinado, que permiten caracterizarlos y clasificarlos. Los gránulos así formados son á veces tan abundantes, que la materia fundamental, donde están colocados, se hace difícil de distinguir.

Propiedades físicas — Consistencia del protoplasma. Capa membranosa — La consistencia del protoplasma varía de una célula á otra, en la misma edad y en la misma región.

Generalmente es blando, plástico, tenaz, muy extensible y no elástico; á veces, es muy gelatinoso, y, á menudo, también toma el aspecto de un líquido, y sus fragmentos se redondean en gotitas esféricas. Otras veces, al contrario, es duro y frágil, como en la mayor parte de las células que se hallan en estado de vida latente.

Varía también, como hemos dicho, con la edad en la misma célula y en la misma región. Más firme y más compacto en la juventud, se hace poco á poco más blando y más fluido en el curso de su desarrollo, volviendo más tarde á tomar su solidez, si la célula atraviesa por un período de reposo. Varía, por último, en una misma célula, tomada en el estado adulto, en la región considerada. Se forma, en efecto, en la periferia del protoplasma una capa hialina, más sólida y más refringente que el resto, generalmente muy delgada, y que á veces es difícil observar aunque se empleen los más fuertes aumentos; dicha capa rodea la masa interior, quedando en perfecta continuidad con ésta, y no presentando, por consiguiente, contorno interno. Si el cuerpo protoplásmico acaba de dividirse ó se ha dividido, cada porción se recubre inmediatamente de una capa transparente de la misma naturaleza de la que tratamos. Cuando el protoplasma está revestido por una membrana, es necesario para ver aquélla con claridad, desprenderle de ésta, contrayéndola por el alcohol, la glicerina, el agua azucarada ó el ácido sulfúrico.

Esa capa periférica membranosa, desempeña un papel importante en los fenómenos osmósticos, de que es asiento la célula. Pertenece á la sustancia fundamental del protoplasma que, homogénea y desprovista de gránulos, se extiende en toda la masa, pero se encuentra encubierta, partiendo desde cierta profundidad, por los gránulos que encierra: no es otra cosa que el borde externo, más sólido, más denso y más refringente de esa sustancia fundamental. Partiendo de esta capa membranosa, la densidad y la refringencia del protoplasma van disminuyendo de ordinario hacia el centro.

PERMEABILIDAD DEL PROTOPLASMA — Estas diferencias de consistencia dependen esencialmente de la cantidad de agua que el protoplasma ha absorbido y que se ha incorporado. En efecto, es muy permeable al agua. Bajo una consistencia muy firme, como la del plasmodio del *Æthalium*, por ejemplo, contiene ya cerca de 70 por 100 del peso total. Más allá de un cierto límite, una parte de esta agua de imbibición se separa de la masa formando gotitas llamadas *vacuolos*, al rededor de cada uno de los cuales el protoplasma forma un borde hialino análogo á su capa externa.

Así, puédese aumentar ó disminuir á voluntad la consistencia del protoplasma, disminuyendo ó aumentando artificialmente la proporción del agua de imbibición que encierra. Para extraer del protoplasma, sin producir su muerte, una parte del agua que contiene, basta sumergir la célula en una disolución salina ó azucarada. El volumen del cuerpo protoplásmico disminuye en este caso, al propio tiempo que aumenta su consistencia; se contrae, y si se halla envuelto por una membrana, se separa de ésta cada vez más. Si se reemplaza la disolución por el agua pura, el protoplasma vuelve á tomar esta agua, hasta llegar poco á poco al estado primitivo; su volumen aumenta, al mismo tiempo que su consistencia disminuye; se dilata y su capa hialina periférica vuelve á apoyarse nuevamente contra la cara interna de la membrana. Estos cambios de volumen, muy débiles si el protoplasma es lleno, reduciéndose, por ejemplo, á 2 ó 3 por 100 del valor primitivo en los granos de polen, son mucho más notables si presenta muchos vacuolos, resultando aquéllos principalmente del estrechamiento y de la dilatación de éstos. Por una simple contracción en el agua azucarada, el cuerpo protoplásmico puede reducirse entonces á la mitad de su volumen primitivo. *(Spirogyra, Œdogonium).*

Pero si la capa membranosa del protoplasma es muy permeable al agua, lo es mucho menos á las diversas sustancias que posee aquélla en disolución. Para algunas de ellas, azúcar, cloruro de sodio, nitrato de potasa y otras sales neutras, y di-

versas materias colorantes, es con frecuencia completamente impermeable, tanto de fuera á dentro como de dentro á fuera.

Sumergido en el estado de contracción en una disolución de aquellas sustancias, el protoplasma no absorbe más que el agua; si las mismas sustancias están disueltas en el agua de los vacuolos, y si en este estado se provoca artificialmente la contracción del protoplasma, éste no deja pasar igualmente hacia fuera mas que el agua.

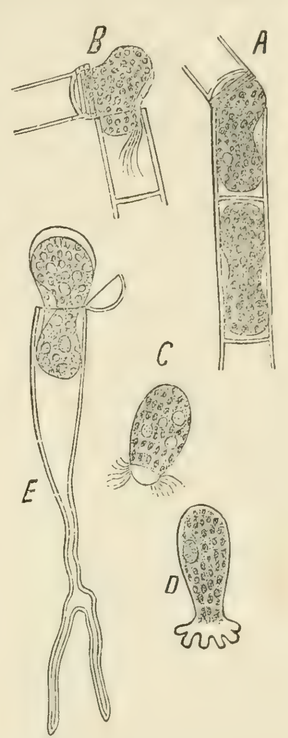


Fig. 60. — *Œdogonium*. A, formación de los zoósporos por rejuvenecimiento total; B, salida del zoosporo; C, el mismo en movimiento con su corona de pestañas; D, el mismo fijo por grampas y germinando; E, renovación total de un joven *Œdogonium* entero, bajo la forma de zoósporo. (según Pringsheim).

El fenómeno es directamente apreciable cuando la sustancia en disolución es colorante.

Así, cuando el líquido de los vacuolos está coloreado, el protoplasma, con quien está en contacto, permanece perfectamente incoloro, y si se provoca la contracción de éste último por el agua azucarada, sólo deja salir el agua pura, mientras que el color se concentra en los vacuolos estrechados.

Una cosa semejante sucede cuando se sumerge una célula, cuyo protoplasma acaba de contraerse, en el agua coloreada por diversas materias colorantes vegetales: azafrán, madera de Campeche, etc., pues en este caso sólo toma, dilatándose, el agua pura, quedando perfectamente incoloro.

Por el contrario, la capa membranosa del protoplasma se deja

fácilmente atravesar por diversas sustancias, ya incoloras como los ácidos, los álcalis y los carbonatos alcalinos en disolución muy extendida, ya colorantes como la fuchsina, la eosina, el negro de anilina y el azul de quinoleína: después de haber atravesado la capa membranosa, estas materias penetran con el agua en toda la extensión del cuerpo protoplásmico.

La capa membranosa del protoplasma no es permeable sólo para el agua y para las sustancias en ella disueltas: es tan blanda y tan extensible, que bajo la influencia de una ligera presión, un cuerpo sólido cualquiera, un cristal, un grano de almidón, un bacterio, puede atravesarla sin desgarrarla, tanto para entrar en el protoplasma como para salir de él. Esta propiedad, sin embargo, sólo se manifiesta cuando el protoplasma está vivo. Desde el momento en que una causa cualquiera ha producido su muerte, su capa membranosa adquiere una rigidez característica, desgarrándose al menor esfuerzo. Mientras que se conserva intacta, posee aún sus propiedades osmóticas y no deja entrar en el protoplasma muerto ninguna de las sustancias que rechazaba durante la vida, pero una vez que presenta la más pequeña desgarradura, estas mismas sustancias penetran por la hendidura é impregnan todo el protoplasma. Si es una materia colorante, el carmín, por ejemplo, el protoplasma, lo fija y adquiere en este caso un color más vivo que el de la disolución en que se halla sumergido. La diferencia entre el protoplasma viviente y el protoplasma muerto no se traduce entonces, como se ha dicho á menudo, por un cambio en sus propiedades osmóticas, sino solamente por el estado de extensibilidad ó rigidez de su capa membranosa.

Movimientos del protoplasma — Por grande que pueda ser la proporción de agua que encierre y por consiguiente su semejanza con un líquido, el protoplasma no es, sin embargo, jamás un líquido. Idéntica cosa sucede cuando es sólido ó pastoso, pues su semejanza con los cuerpos ordinarios sólidos ó pastosos es completamente superficial. El protoplasma vivien-

te ó capaz de vivir está animado, en efecto, por fuerzas internas, fuerzas que le imprimen, cuando las condiciones son favorables, movimientos interiores y cambios de sitio exteriores que jamás se observan en los demás cuerpos conocidos. Las fuerzas moleculares que residen y obran en él, no pueden entonces, sin otra explicación, ser asimiladas á aquellas que están en juego en toda sustancia no viviente.

Si se considera la célula en una edad conveniente y en condiciones de medio favorables, los movimientos que animan su protoplasma, se verifican con mucha actividad y parecen rápidos observados con grandes aumentos. Ya la disposición interna de las partículas y el contorno externo de toda la masa se modifican á la vez: en este caso hay al mismo tiempo movimiento interno y cambio de sitio exterior. Ya la disposición interna queda sensiblemente la misma, cambiando sólo el contorno externo: en este caso sólo hay locomoción. Ya, por último, se modifica únicamente la disposición interior de las partículas, no cambiando el contorno externo: en este caso el movimiento es completamente interior y no hay cambio de sitio. Vamos á estudiar sucesivamente, esos tres modos de movimientos:

1.° Movimiento á la vez interno y externo — Este doble movimiento se manifiesta con gran evidencia cuando el cuerpo protoplásmico es desnudo, como sucede, por ejemplo, en los Mixomicetes, durante todo su período vegetativo. Por este motivo vamos á estudiarlo primeramente en estas plantas.

En efecto, observándolos con un poco de atención, se ve que, en un momento indeterminado, de un punto de la superficie del cuerpo protoplásmico sale una prolongación, formada, al principio, sólo por la sustancia fundamental hialina, pero á la cual afluyen después diversos gránulos, reuniéndose, por último, en dicha prolongación, una parte más ó menos considerable de la masa primitiva. La prolongación protoplásmica de que hablamos produce en su superficie varias ramas, las que forman á su vez varios ramos; estas ramas y estos ramos con frecuencia se tocan y se unen formando una red; y como á cada momento la masa primitiva pasa á las nuevas prolongaciones, el conjunto ramificado ó reticulado, cambiando incesantemente de forma, se arrastra como una corriente en la superficie del soporte (Fig. 57). Puede verificar así largos viajes, recorrer, por ejemplo, aunque sea subiendo, una distancia de muchos metros.

La velocidad del cambio de sitio en los casos medios, puede alcanzar á 0^{mm}, 3 por minuto en un *Physarum*, y 0^{mm}, 4 en el *Didymium Serpula*. Es tanto mayor cuanto más delgada sea la capa membranosa, y tanto menor cuanto más espesa y más resistente es la misma. La progresión se verifica por una serie de oscilaciones: el borde avanza una cierta distancia; retrocede una cantidad menor; avanza de nuevo para retroceder otra vez, y así sucesivamente. Después de ocho oscilaciones, el borde de un plasmodio de *Æthalium*, por ejemplo, ha recorrido: hacia adelante 21,5; hacia atrás 12,5; y, por consiguiente, ha avanzado realmente 9.

A veces las prolongaciones más delgadas se retraen y vuelven á entrar, sin dejar señal alguna, en la masa general, verificándose esto á veces antes de haber recibido los gránulos, otras veces después de poseerlos; en este último caso, los gránulos desaparecen primero y más tarde la sustancia hialina sola se retrae. Si todas las prolongaciones fueran retráctiles de la manera que acabamos de decir, el cuerpo protoplásmico,



Fig. 57.—Un fragmento del plasmodio reticulado del *Didymium leúcopos*, en vía de progresión hacia la derecha. (Según Cienkowski).

cambiando sin cesar de contorno, no haría cambiar de sitio su centro de gravedad.

A veces también, la capa membranosa de aquellas prolongaciones es muy espesa, muy dura y muy distinta del protoplasma granuloso que las llena, en cuyo caso no sigue á éste en sus movimientos y queda detrás de él formando un tubo vacío cuando ha desaparecido; estos tubos indican, en el soporte, el camino que ha seguido el protoplasma en su locomoción. Cuando la capa membranosa es espesa, como hemos dicho, ofrece estrías radiales y raramente capas concéntricas, provenientes de que está formada de partes, que encierran alternativamente más ó menos agua de constitución.

Cuando los ramos salidos de la ramificación de las prolongaciones, son muy divergentes, la materia tiende á acumularse siempre en sus ex-

tremidades, por cuya razón el cuerpo protoplásmico, á medida que progresa, se divide forzosamente en muchas masas separadas.

Se observan en el cuerpo protoplásmico, al mismo tiempo que esos cambios de sitio correspondientes á cambios de forma, movimientos activos interiores. Su masa general inmóvil se halla surcada por corrientes, fácilmente visibles por el cambio rápido de lugar de los gránulos que arrastran. Estas corrientes atraviesan en diversos sentidos la sustancia fundamental, hasta confluir en el punto en donde el movimiento ha tomado su origen; durante su trayecto se dividen, ó bien muchas pequeñas se reunen en una mayor, como varios arroyos para formar un río. En ciertos puntos, la corriente se abre y se extiende mucho, arrastrando con ella algunas de las partes próximas que al principio eran inmovibles; en otros puntos, al contrario, se modera y se estrecha porque sus bordes han entrado en reposo. La mayor velocidad de la corriente se halla en su eje, y va disminuyendo hacia los bordes: Es de 10 milímetros por minuto en el *Didymium Serpula*, de 5^{mm} 4 en un *Physarum*. Como se ve, comparando estos números con los que dimos anteriormente para las mismas plantas, la velocidad en este caso es mucho mayor que la velocidad de locomoción de la misma masa en el mismo instante. Después de haber corrido algunos minutos en una dirección determinada, la corriente disminuye y luego cesa completamente. Pero poco después se establece una nueva corriente en una dirección diferente, hacia un punto de origen opuesto con frecuencia al primero, y que conduce por último los gránulos hacia el punto de partida, haciéndoles seguir casi el mismo camino.

En medio de este flujo y reflujo incesante, el cuerpo protoplásmico cambia de forma y de sitio contínuamente. Entre este cambio de forma y este cambio de sitio de una parte, y las corrientes internas de otra, no hay, sin embargo, una dependencia necesaria. Hemos visto ya, que la velocidad de los dos movimientos es muy diferente, pudiendo ser la de las corrientes 25 veces mayor que la de la locomoción. Además, el cuerpo protoplásmico puede ser inmóvil, conservar sin mutación alguna su forma esférica, y sin embargo presentar el flujo y reflujo de las corrientes internas, tan rápidas y abundantes que pueden hacerlo cambiar de sitio rápidamente con una forma ramificada. Por otra parte, puede hallarse animado de un movimiento externo rápido, mientras que su masa interna permanece en completo reposo.

El movimiento de que tratamos se denomina con frecuencia *amibóideo*, por haber sido observado por primera vez en los infusorios del grupo de las Amibas. Se le encuentra en diversos cuerpos protoplásmicos desnudos, como en los Mixomicetes. Se le observa, por ejemplo, en los esporos de ciertas Florídeas (*Helminthora*, *Bangia*).

Cuando el cuerpo protoplásmico posee su capa hialina recubierta por una membrana, se puede observar también en él, el doble movimiento

que acabamos de estudiar en los Mixomicetes. Tal es el caso, en la célula ramosa que, en las Algas de la familia de las Sifonadas, y en los Hongos pertenecientes á las familias de las Mucoríneas, Saprolegnias, Peronospóreas, etc., forma todo el cuerpo vegetativo de la planta; tal es el caso también, en el tubo polénico de las Fanerógamas. Solamente, como debe vencer la resistencia de la membrana, que le envuelve por delante, el protoplasma cambia de sitio más lentamente, y como la membrana subsiste en forma de tubo vacío en el punto que aquel acaba de abandonar, el observador puede creer que permanece en el mismo sitio y que no sufre ningún cambio de lugar, sino solamente un crecimiento. No obstante, los fenómenos se suceden de la misma manera que en los Mixomicetes.

En efecto, en un punto de la superficie del cuerpo protoplásmico, se forma una protuberancia que, empujando hacia adelante la membrana extensible, por la que está recubierto, se alarga formando una rama. Esta se halla exclusivamente formada, al principio, por la materia fundamental hialina, pero poco después los gránulos pasan á formar parte de ella. A su vez, la rama forma ramos y de esta manera se constituye poco á poco un sistema ramificado, cuyas ramas pueden anastomosarse en los puntos de contacto (*Syncephalis*, etc.) formando una red. Al mismo tiempo, el cuerpo protoplásmico se reune en las ramas nuevas, abandonando progresivamente las antiguas; por consiguiente, cambia de sitio por completo y viaja realmente. Pero como el camino que ha seguido queda continuamente ocupado detrás de él por el tubo vacío formado por la membrana, se podría creer, observando á la ligera, que el protoplasma ocupa todavía el camino ya recorrido, y que sólo se extiende cada vez más debido á su crecimiento. Hemos visto que, esta misma ilusión podría producirse también en ciertos Mixomicetes, en los que la capa membranosa del protoplasma, cuando es suficientemente resistente, permanece en su lugar.

Además, ciertas ramas, una vez formadas, simples ó ramificadas, quedan abandonadas por el protoplasma, que se reune en el cuerpo principal, dejando la membrana llena de agua; dichas ramas permanecen delgadas y corresponden á las prolongaciones retráctiles de los Mixomicetes, en tanto que las otras continúan desarrollándose y reciben contínuamente una parte mayor ó menor de la masa total.

A medida que el protoplasma se acumula en direcciones divergentes hacia el vértice de las ramas del sistema ramificado, se divide naturalmente en numerosas porciones distintas, del mismo modo que sucede en idénticas condiciones en los Mixomicetes.

Durante este cambio de sitio y de forma la masa se encuentra agitada también por movimientos interiores. Se la ve cruzada en diversos sentidos por corrientes de gránulos, que se detienen al cabo de cierto tiempo, para volver á emprender en seguida su camino en sentido con-

trario, por un movimiento de vaivén, comparable en rapidez á los que se observan en los Mixomicetes.

En resumen, y dejando á un lado la velocidad del cambio de sitio y ciertas apariencias engañosas, el cuerpo protoplásmico, desnudo ó rodeado de una membrana, se presenta, en los ejemplos que hemos citado, dotado de los mismos movimientos á la vez internos y externos. El movimiento protoplásmico es, en su realización, el más general y el más completo. Y puesto que los dos modos de movimiento son independientes, fácilmente se comprende que en ciertas condiciones, no verificándose uno ú otro, podrán observarse las otras dos maneras de ser del movimiento de que nos falta hablar.

2.° Movimiento solamente exterior — Supongamos que un cuerpo protoplásmico de forma determinada y constante, desprovisto de gránulos ó poseyéndolos, pero inmóviles en su masa, se halle animado de contracciones ligeras y alternativas: en este supuesto, cambiará de sitio nadando en el agua ó arrastrándose sobre el soporte, á la manera de un pez ó de un gusano. Hay que distinguir en esta locomoción dos casos, según que el cuerpo protoplásmico goce en toda su extensión de esa contractilidad, ó que esta propiedad resida exclusivamente en una prolongación delgada é hialina que se llama *pestaña;* por otra parte, cada uno de estos dos modos puede manifestarse, tanto en un protoplasma desnudo como en uno provisto de membrana.

a. *Locomoción por contractilidad general* — En un gran número de Algas, Oscilarias Desmídeas y Diatomeas, el cuerpo protoplásmico contrayéndose, arrastra la membrana y la célula ó serie de células, y se mueve de un lado á otro en el líquido ó en la superficie del soporte, recorriendo grandes espacios. Si la serie de células está contorneada en hélice (*Spirulina, Spirillum*), el movimiento oscilatorio va acompañado de un movimiento de rotación al rededor del eje.

b. *Locomoción por contractilidad ciliar* — El cuerpo protoplásmico de los zoósporos de los Hongos y de las Algas (Fig. 60, B, C), el de los anterozoides (Fig. 59, B), es desnudo y provisto de prolongaciones en forma de pestañas en número vario y diversamente dispuestas; estas prolongaciones, que pertenecen á la capa membranosa, son eminentemente contráctiles, y sus ondulaciones rápidas imprimen á toda la masa un movimiento de progresión ó translación, y también otro de rotación rápido al rededor de su eje. Las pestañas á que nos referimos pueden desprenderse de la masa ó retraerse en la misma; en los dos casos el cuerpo queda inmóvil ó se mueve por contractilidad general.

A veces no hay más que una sola pestaña colocada delante (zoósporos de los Mixomicetes y de los Euglenas), ó detrás (zoósporos de de las Monoblefarídeas y de las Citridíneas); otras veces hay dos colocadas lateralmente, y de las que una dirigida hacia adelante sirve de

remo, mientras que la otra dirigida hacia atrás forma una especie de timón (zoósporos y anterozoides de las Algas Oliváceas); en otros casos, hay dos semejantes colocadas delante (zoósporos de los *Saprolegnia* y anterozoídes de las Muscíneas), ó cuatro (zoósporos de los *Ulotrix*, etc.), ó una corona dispuesta alrededor de una porción redondeada é hialina de su masa, colocado en la parte anterior (zoósporos de los *Œdogonium*, fig. 60, C), ó á lo largo de la parte anterior del cuerpo helicoideo (anterozoides de las Criptógamas vasculares; finalmente, revisten toda la superficie del cuerpo protoplásmico (zoósporos de las Voquerias). (1).

El movimiento ciliar es en general rápido: así los zoósporos del *Æthalium septicum* recorren $0^{mm}70$ á $0^{mm}90$ por segundo; los del *Œdogonium* 0^{mm}, 20 á 0^{mm}, 15; los de las Voquerias 0^{mm}, 14 á 0^{mm}, 10. El sentido de la rotación al rededor del eje es ya constantemente hacia la izquierda (Voqueria), ya constantemente hacia la derecha (*Œdogonium*), ya variable (Volvocíneas). Si el cuerpo provisto de pestañas encuentra un obstáculo en su trayecto, retrocede hasta una cierta distancia, y durante esta retrogradación, gira al rededor de su eje en sentido contrario del movimiento primitivo; después cuando vuelve á emprender su marcha hacia adelante en otra dirección, su rotación se hace en el sentido normal.

Cuando el cuerpo protoplásmico se halla revestido por una membrana, presenta también en su parte exterior pestañas vibrátiles, las que pasan por una abertura que se observan en ella: esto es lo que se nota, por ejemplo, en el *Chlamydoccus pluvialis* y las otras Volvocíneas.

c. *Locomoción por contractilidad general* y *por contractilidad ciliar á la vez* — El movimiento ciliar está algunas veces acompañado de una contractibilidad general, que causa, cuando el cuerpo está en natación, una deformación más ó menos considerable del mismo: es lo que se observa, por ejemplo, en los zoósporos de las *Voquerias* y *Cladophora*, en el instante en que salen al exterior por el pequeño orificio de la membrana de la célula madre, y en los Mixomicetes hacia el fin de su natación. Este fenómeno es muy notable en los Euglenas y los Astasias; no lo es menos en los anterozoides del *Volvox globator*, cuya mitad anterior se prolonga en un apéndice delgado en forma de cuello de cisne. Este apéndice se encorva, se endereza, se encorva nuevamente, se enrolla y se mueve como una anguila. De la base de este apéndice es de donde parten dos largas pestañas vibrátiles.

3.º Movimiento solamente interior — Hemos dicho más atrás que, en el cuerpo protoplásmico desnudo de los Mixomicetes podían verificarse corrientes internas muy activas, sin ningún cambio en el contorno

(1) Véanse en Fitografía las láminas respectivas.

exterior. Esto se observa especialmente cuando el protoplasma se halla envuelto por una membrana relativamente rígida, como se observa en la mayor parte de las plantas multicelulares.

El protoplasma es completamente inmóvil, cuando forma en la célula joven una masa llena y contínua (Fig. 55,A); pero una vez que aparecen en él los vacuolos y que estos aumentados considerablemente forman las mallas de una red (Fig. 55, B, C, E), se le ve animado de diversos movimientos. Primeramente sólo es un cambio contínuo en la forma de la red. En un punto cualquiera, una de las banditas radiantes se adelgaza, se rompe, se retrae inmediatamente ó hacia la capa parietal ó hacia la que envuelve el núcleo, y desaparece; ó bien dos ó más banditas se aproximan y se funden en una sola. En otro punto indeterminado produce, al contrario, una nueva bandita, que se ramifica y se anastomosa con las otras; ó bien una de las ya existentes emite una prolongación para unirse á sus vecinas. El desarrollo de las nuevas banditas es á menudo muy rápido; en el *Ecbalium agreste*, por ejemplo, es de 0^{mm} 24 en un minuto.

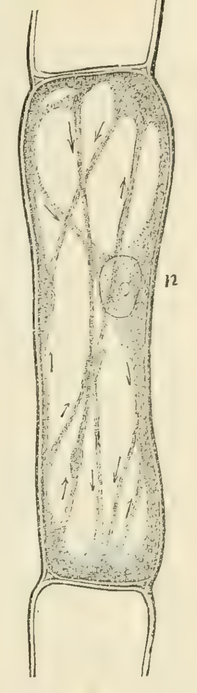


Fig. 62.—Célula de un pelo de Caledonia. Las flechas indican el sentido del movimiento de los gránulos protoplásmicos en las banditas y en la capa parietal; *n*, núcleo con su nucleolo. (Según Dippel—aument. 600 diámet.)

Simultáneamente la capa parietal, la que rodea al núcleo y todas las banditas que las unen en un sistema único, se hallan cruzadas en diversos sentidos por corrientes activas (Fig. 62). En una bandita los gránulos pueden caminar todos en el mismo sentido; pero generalmente hay dos corrientes en sentido inverso sobre los dos bordes, presentando en el medio una línea de reposo, y observándose á veces el pasaje de un gránulo de una corriente á la línea mencionada, ó de ésta á la corriente inversa; algunas veces, el mismo cordón es recorrido por tres corrientes, una mediana en un sentido determinado y dos laterales en sentido contrario. La velocidad de estas corrientes de gránulos varía según las plantas: en los pelos estaminales del *Tradescantia virginica* recorren en un minuto 0^{mm}, 8; en los pelos del *Hyoscyamus niger* 0^{mm}, 7; en los pelos del *Cucurbito Pepo* 0^{mm}, 6; en los de la *Urtica urens*, 0^{mm}, 3. La capa membranosa del protoplasma, inmediatamente aplicada contra la membrana, no participa ni de los movimientos del conjunto, ni de los de las corrientes.

En una palabra, y dejando á un lado el cambio de sitio exterior imposibilitado por la rigidez de la membrana, encontramos también aquí el doble movimiento que hemos notado ya en los Mixomicetes: cambio en la forma de la red, y corrientes que cruzan en diversas direcciones todas sus partes.

Más tarde, cuando el protoplasma no forma en la célula sino una capa parietal, en donde está encajado el núcleo, su configuración no sufre cambio alguno ó sólo es poco sensible. Las corrientes, sin embargo, continúan cruzando la capa parietal con excepción de la porción más externa inmóvil; pero en este caso corren de dos maneras:

O bien hay muchas corrientes, casi todas paralelas á la mayor dimensión de la célula, y que se dirigen, ya todas las de una mitad en un sentido, y todas las de la otra en sentido contrario, ya alternativamente en un sentido y en otro; corrientes que, ó se dividen en muchos brazos, ó, por el contrario, se reunen varias en conjunto dejando entre sí pequeñas porciones protoplásmicas inmóviles.

O bien sólo hay en la capa parietal una corriente cerrada, dotada de una dirección constante, determinada por la organización de la planta. Así en los pelos radicales de los *Hydrocharis morsus-ranæ*, *Stratiotes aloides*, etc., la corriente se dirige siempre, sobre la cara inferior hacia el vértice del pelo y sobre la cara superior hacia el cuerpo de la raíz. Arrastra consigo al núcleo y á otros corpúsculos bastante voluminosos. Los dos bordes de la coriente casi se tocan, sucediendo con frecuencia que un gránulo de dimensiones considerables, pasando un poco el límite de la cerriente á que pertenece, se coloca también en el trayecto de la corriente inversa, y en este caso sometido á dos fuerzas iguales y contrarias y aplicadas tangencialmente á su superficie, el gránulo permanece en su lugar dando vueltas sobre sí mismo. En las células verdes de las hojas del *Vallisneria spiralis*, del *Elodea canadensis*, etc., no sólo el núcleo sino también los granos de clorofila son arrastrados por la corriente. En las células de los *Chara*, la capa externa é inmóvil del protoplasma es muy espesa; todos los granos de clorofila, alojados en su espesor, son por consiguiente inmóviles. El núcleo es arrastrado por la corriente. Esta es paralela al eje mayor de la célula, y sube siempre por el lado correspondiente á la primer hoja del verticilo siguiente, descendiendo por el lado opuesto. Entre los dos bordes, deja una banda delgada en reposo, llamada *banda de interferencia*; á lo largo de esta banda, la capa externa no encierra granos de clorofila.

En igualdad de temperatura, la velocidad de esta corriente única varía según las plantas: á 15° por ejemplo, es de $1^{mm}630$ por minuto en el *Nitella flexilis*, de 0^{mm}, 543 en los pelos radicales del *Hydrocharis morsus-ranæ*, de 0^{mm}, 225 en las células de las hojas de la *Vallisneria spiralis*, de $0^{mm}094$ en las del *Ceratophyllum demersum*, y de 0^{mm}., 009 en las del *Potamogeton crispus*.

Cuando la célula se alarga mucho, la corriente protoplásmica la recorre formando una hélice; esta hélice forma cinco ó seis vueltas para recorrer un pelo radical de *Hydrocharis*, y tres vueltas para subir hasta el vértice de una célula internodal de *Chara*.

Por todo lo que precede, se deduce que el protoplasma es una sustancia esencialmente y de todos modos móvil. La pretendida inmovilidad de la planta no es más que una apariencia, debido á que la membrana celular, por su rigidéz, impide en general al protoplasma toda deformación, todo cambio de lugar del conjunto, toda armonización con las células vecinas. Por esta razón, el movimiento no puede tener lugar, sino sobre porciones más ó menos grandes del protoplasma en el seno de la masa general, ni poseer más campo de acción que la estrecha cavidad celular.

Extructura molecular del protoplasma — No podemos establecer respecto á la extructura molecular del protoplasma, sino hipótesis más ó menos plausibles, fundadas únicamente en algunos fenómenos físicos propios de esta sustancia. Partiendo del hecho que, el protoplasma se deja embeber de agua, aumentando de volumen y al mismo tiempo perdiendo su cohesión, aproximándose al estado líquido, sin hacerse por esto un líquido verdadero, se tiende hoy á admitir que el protoplasma está formado, no de un esqueleto esponjoso y sólido entre cuyas mallas se alojase el agua, sino de moléculas sólidas, móviles, impermeables, sumergidas en un líquido y separadas entre sí por capas más ó menos espesas de ese mismo líquido. El señor Sachs hace notar que estas moléculas no pueden ser esféricas, que deben ser angulares, porque si fueran esféricas, sus fuerzas de atracción, sea para el agua, sea para las moléculas vecinas, sería igual en todos sentidos; ahora bien, la forma exterior de los diversos cuerpos protoplásmicos, demuestra que su crecimiento en diferentes direcciones depende de fuerzas variables, cuyo origen sería inexplicable con las moléculas esféricas.

Composición química y reacciones del protoplasma — Hemos dicho anteriormente que el protoplasma es una mezcla de varios principios inmediatos diferentes entre sí, con

cierta cantidad de agua, y en vía de contínua transformación química.

Algunos de éstos principios contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y ázoe. De estas sustancias cuaternarias, unas, muy complejas, hacen parte del grupo de las materias llamadas albuminóideas, como la albúmina, la caseina, etc.; otras, análogas á las primeras, son diastasas, como la diastasa propiamente dicha, la pepsina, la invertina, ete.; otras, más simples, pertenecen á la clase de las amidas, como la asparagina, la glutamina, etc., y á la de los alcaloides, como la morfina, la quinina, etc. Por otra parte, el protoplasma ofrece siempre las reacciones generales de los compuestos albuminóideos: desprende, haciéndole calentar, vapores amoniacales, y se coagula por el calor. En el estado de vida activa, la coagulación parece comenzar ordinariamente hacia los 50 grados; sin embargo, ciertos bacterios pueden crecer y multiplicarse en el agua, cuya temperatura sea de 75 grados. En el estado de vida latente, el protoplasma soporta sin morir una temperatura mucho más elevada, que puede, en los esporos de ciertos Bacillus, por ejemplo, alcanzar hasta 105 grados.

El protoplasma se colora : en amarillo por el iodo ; en amarillo oscuro por la acción sucesiva del ácido nítrico y de la potasa ; en rosa, por el ácido sulfúrico concentrado en presencia del azúcar ; en rojo, por el nitrato ácido de mercurio con ayuda del calor (reactivo de Millón) ; en violeta, por la acción sucesiva del sulfato de cobre y de la potasa. Se disuelve en el ácido acético cristalizable, en la potasa extendida y á veces en el amoníaco ; en todos los casos, al menos pierde su forma y se hace homogéneo y transparente. En la potasa concentrada, al contrario, conserva su forma durante mucho tiempo, pero una simple adición de agua le destruye inmediatamente. El éter, los ácidos extendidos y notablemente los ácidos pícrico, ósmico y crómico le coagulan y le endurecen ; los bicromatos alcalinos obran del mismo modo. El alcohol extendido en agua le coagula, le endurece y le contrae. El alcohol absoluto le coagula y le endurece, pero no le contrae : le fija

en la forma y en el estado en que se halla en el momento de obrar. Esta propiedad ha sido utilizada por M. Strasburger en sus notables estudios sobre la división celular de que hablaremos en otro lugar.

Otros de los principios constitutivos del protoplasma no contienen sino carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos compuestos ternarios pertenecen, ya á la serie de los glucosidos como el tanino, ya á la de los hidratos de carbono, como el almidón soluble, la dextrina, los azúcares ; ya á la de los cuerpos grasos y de las ceras. Otros, en fin, en pequeña cantidad, son de naturaleza mineral.

Es por esta razón que, cuando se quema sobre una lámina de platino, el protoplasma deja siempre cenizas.

Desprovisto á la vez de membrana, de núcleo y de jugo celular, el plasmodio adulto de los Mixomicetes y notablemente el del *Fuligo septica*, del cual es fácil procurarse grandes cantidades, se presta perfectamente al estudio químico del protoplasma. Es necesario notar solamente que, habiendo terminado su crecimiento y preparándose para la reproducción, encierra una gran proporción de materiales de reserva. El análisis de este plasmodio ha dado para cien partes de materia seca : 30 de sustancias azoadas, 41 de sustancias ternarias y 29 de cenizas. Las materias azoadas son : la plastina (sustancia albuminóidea soluble, vecina de la fibrina), la vitelina, la miosina, las peptonas, la pepsina, la lecitina, la guanina, la sarcina, la jantina y el carbonato de amoníaco. Las materias ternarias son : la paracolesterina, una resina especial, un principio colorante amarillo, el glicógeno, un azúcar no reductor, ácidos grasos (oléico, esteárico y palmítico) y cuerpos grasos neutros. Las sustancias minerales son : la cal combinada con los ácidos grasos y los ácidos láctico, acético, fórmico, oxálico, fosfórico, sulfúrico y carbónico, los fosfatos de potasa y de magnesia, el cloruro de sodio, el hierro. La cal, de la cual la mayor parte está en estado de carbonato, forma 54 por 100 de las cenizas ; esta abundancia de calcáreo es una propiedad particular del *Fuligo* y de algunos otros Mixomicetes.

Crecimiento del protoplasma — El protoplasma crece activamente durante la juventud de la célula, hasta adquirir á menudo muchos cientos de veces su volumen primitivo. Este crecimiento del protoplasma se verifica siempre por interposición de partículas nuevas entre las antiguas, en toda la profundidad de su masa; pero teniendo en cuenta la naturaleza de las partículas nuevas así incorporadas, se pueden distinguir dos modos de crecer. O bien la sustancia extraña es por sí misma un protoplasma viviente, perteneciente á una célula vecina que viene á fundirse en el cuerpo protoplásmico para aumentar su masa: este es el crecimiento por asociación. O bien las sustancias extrañas son de naturaleza mineral, y se reunen en la misma célula formando compuestos cada vez más complejos, que finalmente se asimilan al protoplasma aumentando su volumen: este es el crecimiento por asimilación. Estos dos modos son muy frecuentes y pueden encontrarse uno y otro, sucesiva ó simultáneamente, en una misma célula. Además se hallan relacionados por una multitud de intermediarios.

Es por asociación libre y directa que crece, partiendo de una época determinada, el cuerpo protoplásmico de los Mixomicetes y que se constituye su plasmodio; es por asociación bi-lateral á través de las membranas vecinas que crecen los huevecillos de las Mucoríneas, y en general todos los cuerpos protoplásmicos, que se constituyen á expensas de reservas albuminóideas acumuladas con anterioridad en las células vecinas de aquellas que se desarrollan. Es por asimilación, al contrario, que un esporo de *Mucor*, por ejemplo, ó de *Penicillium*, colocado en una solución, convenientemente preparada de azúcar y de sales minerales, verifica ó da lugar al crecimiento de su cuerpo protoplásmico, desarrollándole por último en una nueva planta.

NÚCLEO

En las plantas vasculares, las Muscíneas y un gran número

de Talofitas, la célula posee, como hemos dicho, en su cuerpo protoplásmico, un núcleo dotado de propiedades especiales. Este núcleo es primitivo ó congénito, como se verá mas tarde, es decir, anterior á la individualización de la célula á que pertenece. Algunas veces produce en su masa diversas sustancias, que toman formas determinadas: son los derivados del núcleo.

Forma, dimensión y posición del núcleo en la célula —El núcleo, siempre claramente distinto del protoplasma que le envuelve, es ya esférico, ya ovoide ó lenticular (Fig. 55). En la célula joven ocupa un espacio considerable, pero como después crece muy poco, su dimensión relativa disminuye cada vez más, hasta el punto de ser muy pequeño relativamente al de la célula completamente desarrollada. Su tamaño absoluto es de $0^{mm},004$ á $0^{mm},038$; en las Liliáceas, las Comelíneas y las Orquídeas es donde se encuentran los núcleos más grandes.

La posición del núcleo en la célula desarrollada depende de la disposición del protoplasma, en cuyo seno siempre queda encerrado. Algunas veces está en el centro, envuelto por una capa protoplásmica, la que está unida á la capa parietal por medio de banditas radiantes (Fig. 55): hace el efecto de una araña en su tela (*Spirogyra*, etc.) Pero, generalmente, todo el protoplasma se ha acumulado contra la pared, y el núcleo también se ha hecho parietal, refugiado en el espesor de la capa protoplásmica (Fig. 55, D y Fig. 56): en este caso es arrastrado por el movimiento de rotación de que es asiento esta capa (*Elodea*, *Vallisneria*, etc.)

Extructura del núcleo — Al principio, el núcleo es homogéneo y transparente como el cristal; tiene la misma refringencia y la misma consistencia que la capa periférica del protoplasma: de ahí, que se distinga netamente en medio de la capa granulosa que le envuelve. Pero muy pronto se diferencia: su capa externa se vuelve más dura, más resistente y se hace membranosa; en el centro, se separa generalmente de su masa un corpúsculo redondeado y más refringente, que se llama *nu-*

cleolo (Fig. 55 y 56), y pueden haber en un solo núcleo varios nucleolos. Cuando el nucleolo es voluminoso, puede tener también en su periferia una capa más densa y en el centro una parte más refringente, un *nucleolillo*.

Al mismo tiempo, la sustancia interpuesta entre la pared externa y el nucleolo, absorbe agua, se vuelve más blanda en ciertos lugares y se separa en dos materias: una, densa y refringente, que es la sustancia primitiva y que se colora sólo por los reactivos coloreados, forma sea gránulos redondeados ó bastoncitos aislados, sea uno ó varios filamentos largos arrollados sobre sí mismos y apelotonados, sea una red contínua; otra, más ó menos acuosa, que los reactivos coloreados no tiñen ó lo hacen débilmente, llena, sea los intersticios de los gránulos, los filamentos y los bastoncitos, sea las mallas de la red. La primera, unida á la capa periférica y al nucleolo, constituye la sustancia propia, como el esqueleto del núcleo, lo que se llama la sustancia *nuclear* y también la *cromatina*; la segunda, introducida ulteriormente y accesoria, forma lo que puede llamarse el *jugo* del núcleo.

La proporción de estas dos sustancias, y por consiguiente el aspecto del núcleo, varía mucho según las plantas: hay núcleos muy abundantes en materia nuclear, en que ésta forma largos filamentos apelotonados (*Tradescantia*) ó una red de mallas muy apretada; hay otros, en que aquélla es escasa y no forma sino gránulos extendidos en el jugo (*Chara*), ó dos ó tres granos más grandes de los que uno es el nucleolo, ó tambien una red de anchas mallas llenas de jugo. En este último caso, en las mallas se forman verdaderos vacuolos, llenos por un líquido claro, que dan al núcleo un aspecto espumoso; se constata entonces, á lo largo de las banditas que separan esos vacuolos, en la sustancia blanda que tapiza la parte interna de la capa periférica y en la que rodea al núcleo, corrientes de gránulos análogas á las que se observan en el cuerpo protoplásmico.

El núcleo, con su capa periférica más densa y más resistente, su nucleolo, su sustancia intermediaria llena de vacuolos y agitada por movimientos internos, produce el efecto de una pequeña célula embutida en una grande.

Cuando la sustancia nuclear forma una red ó una sistema de filamentos apelotonados, la capa periférica del núcleo no está limitada al interior por un contorno contínuo: se confunde directamente con la red ó con los filamentos externos. Cuando, al contrario, la sustancia nuclear forma gránulos redondeados ó bastoncitos libres, la capa periférica está bien limitada internamente y hace el efecto de una membrana.

Movimientos propios del núcleo — Además de los movimientos internos que acabamos de estudiar, movimientos pasivos producidos por los cambios de lugar del cuerpo protoplásmico, el núcleo posee también un movimiento propio de translación á través de la masa protoplásmica que le envuelve. Se le ve, si es central, atravesar la célula, llegar á la periferia, arrastrarse algún tiempo en la capa parietal, después atravesar de nuevo la cavidad celular, sea hasta el centro, sea de parte á parte. Su movimiento es ya lento, ya rápido, y siempre entrecortado por intervalos de reposo más ó menos largos; es completamente independiente de la translación propia del cuerpo protoplásmico, y hasta puede, en ciertos momentos, efectuarse en sentido inverso á aquella translación; no empieza hasta que el mismo protoplasma se haya hecho capaz de moverse.

Al mismo tiempo que el núcleo se mueve así cambia también de forma: su contorno irregular se modifica á cada instante, y los nucleolos cambian de lugar incesantemente; lo único que es constante, es que siempre está alargado en el sentido de su movimiento actual.

En resumen, el núcleo se mueve como una amiba en el interior del cuerpo protoplásmico: para observarle, pues, en la forma estable, esférica ú ovoide, que le hemos descrito, es necesario hacerlo antes de que empiece su excursión, ó cuando ha cesado, ó en los intervalos de reposo.

Composición y propiedades químicas del núcleo. Nucleína — El núcleo, como el protoplasma, está compuesto de una materia albuminóidea, mezclada con cierta cantidad de

agua y una pequeña proporción de sales. Tiene también todas las reacciones del protoplasma: coloración en amarillo por el yodo, en violeta por el sulfato de cobre y la potasa, en rojo por el nitràto ácido de mercurio, etc. Parece, á primera vista, que se tratara simplemente de una porción del protoplasma, de una simple diferenciación morfológica en el seno de la masa general; pero no se tarda mucho en percibir sus propiedades especiales. Generalmente es atacado por el agua: ya se le ve hincharse, difluirse ó separarse en varias partes al contacto de este líquido; ya, al contrario, se contrae bajo su influencia y se reduce á un volumen más pequeño. Diversas sustancias colorantes se fijan á él con mucha energía y le coloran fuertemente en medio del protoplasma incoloro ó débilmente coloreado: en rojo (fuscina, carmín), en verde (verde de metilo), en violeta (violeta de París, hematoxilina), en azul (azul de anilina), etc. El ácido ósmico le colora de negro.

Estas diversas reacciones demuestran que en el núcleo existe un principio albuminóideo especial, que compone su totalidad al principio, cuando es homogéneo, y que más tarde, después de su diferenciación, forma solamente la cromatina: se le llama *nucleína*. Es una materia albuminóidea que contiene fósforo, y cuya composición se expresa por la fórmula: C^{58} H^{49} Az^{9} Ph^{3} O^{44}. Esta sustancia es atacada con mucha dificultad por el jugo gástrico, el que, al contrario, disuelve fácilmente al protoplasma; es casi insoluble en el agua; insoluble en los ácidos minerales extendidos; muy soluble, al contrario, en los álcalis extendidos, en el amoníaco, así como también en los ácidos nítrico y clorhídrico concentrados; una disolución de sal marina le transforma en un helado coherente y elástico: estas diversas reacciones diferencian la nucleína de las demás materias albuminóideas.

CÉLULAS CON NÚCLEOS MÚLTIPLES — Ordinariamente, cada célula tiene un núcleo, pero no es raro encontrar algunas que tienen varios cientos y hasta millares. Esta pluralidad del núcleo puede ser temporal ó definitiva; es temporal, como en el

saco embrionario de las Fanerógamas, poco tiempo después de la formación del huevecillo; es definitiva, por ejemplo, en ciertas grandes células del suspensor del embrión de algunas Fanerógamas.

Esta multiplicación del núcleo es debida á la bipartición repetida de un núcleo primitivo, ó á su fragmentación.

Bipartición del núcleo — Cuando va á tener lugar la bipartición de un núcleo, la sustancia nuclear se condensa en filamentos ó bastoncitos más ó menos apelotonados, el jugo se va al protoplasma general, y se destruye la forma del núcleo; los bastoncitos se disponen paralelamente tomando una figura esférica ú oval con dos polos; luego se dividen por la línea ecuatorial, y los medios filamentos se reunen en dos masas en los polos, que son los orígenes de los dos nuevos núcleos.

Fragmentación del núcleo — La multiplicación del núcleo por fragmentación es mucho más simple que la anterior: el núcleo se extrangula en su parte media, y por último se separa en dos mitades completamente aisladas. Cada uno de estos nuevos núcleos pueden sufrir nuevas divisiones, y así en seguida. Algunas veces, las extrangulaciones son incompletas y entonces quedan los núcleos unidos á manera de rosario.

Fusión de varios núcleos en uno solo — En las células de núcleos múltiples no es raro ver que dos núcleos se acercan, se tocan y por fin se unen fusionándose hasta sus nucleólos: el núcleo que ocupa la región central del saco embrionario de las Angiospermas en el momento de la fecundación, procede de la fusión de dos núcleos distintos; cuando dos masas protoplásmicas provistas de núcleo se unen, como veremos más adelante, sus núcleos también se unen y se confunden en uno solo.

ORIGEN Y FIN DEL NÚCLEO — El núcleo deriva de otro núcleo anterior por vía de bipartición ó fragmentación. La aparición de un núcleo en medio de un cuerpo protoplásmico, que antes estuviera desprovista de él, es un fenómeno que nunca se ha observado en ninguna planta. La sustancia nuclear ó cromatina tiene, pues, su primer origen, oculto en un pasado remoto: actualmente no nace, se continúa solamente.

A cada nueva bipartición del núcleo, una parte de su masa, el jugo, vuelve, como hemos dicho, al protoplasma general, pero su sustancia fundamental se conserva intacta, y todo pasa á los dos nuevos núcleos. La desaparición completa de un núcleo durante la actividad de la célula, no por conjunción con otro, sino por disolución de la sustancia nuclear en el protoplasma fundamental, es un fenómeno tan raro, que sólo se conocen algunos ejemplos: en los tubos polénicos, un poco antes de la fecundación, es imposible encontrar el núcleo, que existía anteriormente, y á veces, también, desaparece en ciertos granos de polen; los plasmodios adultos de los Mixomicetes están igualmente desprovistos de núcleo. Esto no quiere decir que la sustancia nuclear haya sido destruida completamente, sino que se ha esparcido en el protoplasma bajo la forma de gránulos muy pequeños.

Cuando la célula pierde su actividad y muere, el núcleo desaparece con ella, naturalmente, al mismo tiempo que el protoplasma.

Ausencia del núcleo — En casi todas las plantas, las células están provistas de uno ó varios núcleos. Muchas Talofitas, cuyas células pasaban como si carecieran de núcleo, tienen realmente un mayor ó menor número de ellos, que, por ser muchos y muy pequeños, escaparon á la vista de los observadores. Hay, sin embargo, algunas plantas, en cuyas células no se ha podido constatar su existencia: las Algas de los grupos de las Cianofíceas y de las Bacteriáceas, y los Hongos del grupo de los Sacaromicetes, etc. Esto no quiere decir que la sustancia albuminóidea que constituye la cromatina del núcleo, la nucleína, falte en esas plantas; al contrario, se ha constatado su presencia, por ejemplo, en la Levadura de la cerveza, pero está emulsionada, extendida en forma de gránulos muy pequeños en todo el cuerpo protoplásmico, y no condensada en uno ó varios núcleos.

Papel del núcleo — La existencia, tan general del núcleo,

basta para suponer que debe desempeñar en la célula algún papel muy importante. ¿ Pero, cuál es este papel ? ¿ Qué parte toma la nucleína, que le compone esencialmente, en los fenómenos de nutrición y actividad celular ? ¿ Es simplemente el lugar de concentración y de utilización del fósforo ? Esto es lo que aun no es posible precisar.

Se sabe que, si se fragmenta el cuerpo protoplásmico de una célula que contenga numerosos núcleos (Mucoríneas, Sifonadas, etc.), cada uno de los fragmentos continentes de uno ó varios núcleos, basta para regenerar una célula completa. Convendría observar si una porción de protoplasma de estas mismas plantas, bastante pequeña como para no contener ningún núcleo, ó también si una porción de protoplasma de una célula continente de un solo núcleo, es capaz de vivir ulteriormente, es decir, si reforma el núcleo y la membrana. Esto no parece probable, pero sería de gran interés cambiar esta probabilidad en certidumbre.

MEMBRANA

En su origen, el cuerpo protoplásmico de la célula está desnudo, protegido solamente por su capa periférica que es más firme y más resistente. Este estado persiste, algunas veces, durante mucho tiempo, como se ve en los zoósporos y los anterozóides de las Algas, y en las Mixoamibas y los Plasmodios de los Mixomicetes ; la célula cambia de lugar entonces, ó por medio de pestañas vibrátiles y conservando su forma (Fig. 60, C), ó arrastrándose y modificando su forma (Fig. 57). Pero ordinariamente, el cuerpo protoplásmico no tarda en formar en su interior, en estado de disolución, una sustancia ternaria de naturaleza aun desconocida, sin duda un hidrato de carbono, que poco á poco gana la superficie y allí se solidifica formando una película de celulosa, contínua y transparente, y limitada por un doble contorno : es la membrana. Para verla con claridad, basta contraer el protoplasma por medio del alcohol ó de la glicerina, porque ella queda en su lugar.

La membrana, luego que está formada y que queda aplicada contra la capa periférica del protoplasma, empieza á crecer, primero en superficie, para seguir el aumento del cuerpo protoplásmico, y después en espesor para asegurarle una protección cada vez más eficaz. Al mismo tiempo, sus propiedades físicas y químicas toman caracteres bien definidos. Cuando termina su crecimiento, generalmente se modifica : aparecen en su espesor sustancias nuevas, salidas, sea del cuerpo protoplásmico, y entonces no hacen sino impregnar la celulosa primitiva, sea de una transformación local de la celulosa misma. Estas modificaciones ulteriores son muy variadas y su oficio muy importante : las estudiaremos con el nombre de modificaciones químicas de la membrana celular.

Crecimiento de la membrana en superficie. Formas de la célula—El crecimiento superficial de la membrana está directamente ligado al del cuerpo protoplásmico, que le provoca y que le regula. El crecimiento en volumen del protoplasma ejerce, en efecto, contra la membrana de dentro hacia fuera, una presión que la distiende ; entre sus moléculas, así separadas, se interponen nuevas partículas análogas formadas en estado de disolución en el cuerpo protoplásmico, de lo cual resulta muy pronto un nuevo equilibrio en que la presión es nula. El protoplasma, continuando su crecimiento, determina más tarde una nueva distensión de la membrana, seguida muy pronto de una nueva interposición de partículas análogas procedentes del interior, y así en seguida. A la presión debida al crecimiento del protoplasma, se añade, para distender la membrana, la que nace del desempeño de los fenómenos osmóticos que tienen lugar en el jugo celular, y que provocan la turgescencia de la célula : de ésta hablaremos más adelante. De esta manera, y continuando siempre la membrana estrechamente aplicada contra la superficie del cuerpo protoplásmico, sigue paso á paso su extensión progresiva.

Cualquiera que sea, pues, la forma (Fig. 63), poliédrica A, esférica B, aplastada y sinuosa C, alargada á manera de tubo D,

aplastada figurando una tabla E, estrellada F, ramosa G, etc., que tome el cuerpo protoplásmico por efecto de su crecimiento uniforme ó diversamente localizado, intercalario ó terminal, amoldándose la membrana sobre él, toma esa forma y la conserva indefinidamente aun después de su desaparición. Por esto es

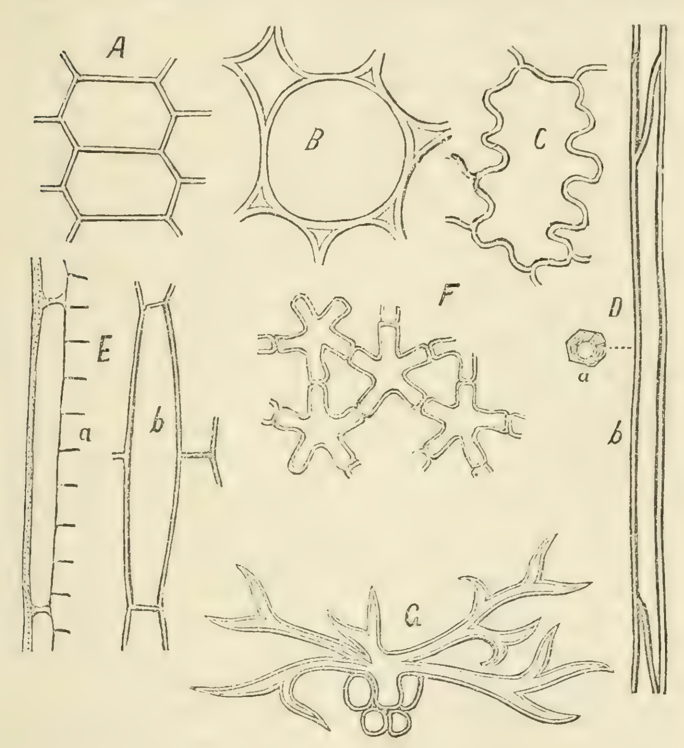


Fig. 63. — Diversas formas de células: A, poliédrica; B, esférica; C, aplastada y sinuosa; D, alargada y terminada en punta en sus dos extremidades; E, plana; F, estrellada en cinco ramas; G, ramosa. (Según Van Tieghem).

que, tomando el efecto durable de una causa efímera, por la forma de la membrana se juzga generalmente la forma de la célula entera, y que estudiando las diversas particularidades de

esa forma, se llega á conocer las particularidades correspondientes del crecimiento del protoplasma que la determina. Así, si el crecimiento superficial de la membrana es igual por todas partes, de manera que creciendo la célula conserve su forma primitiva, se tiene la prueba de que el crecimiento del protoplasma es también uniforme : este caso es bastante raro (esporos, granos de polen). Más frecuente es que, ciertas partes de la membrana aumenten mientras otras permanecen en reposo, lo cual modifica la forma de la célula, é indica una localización correspondiente en el crecimiento del protoplasma. Esta localización puede operarse de dos maneras en la membrana, porque el crecimiento es ya terminal, y ya intercalario.

El crecimiento es terminal, cuando en un punto de la periferia llega á un máximo, y va decreciendo hacia los lados, á partir de este punto, hasta llegar á ser nulo á una cierta distancia : este punto ocupa entonces la extremidad redondeada de una excrecencia ó de un tubo cilíndrico (pelos, Algas filamentosas, etc.). Si la célula, primitivamente redonda, posee en su membrana varios máxima, es decir, varios puntos de crecimiento terminal, se hace estrellada (Fig. 63, F). Si se producen, debajo del vértice de un tubo en vía de crecimiento terminal, nuevos centros de crecimiento en la membrana, el tubo se ramifica (muchas Algas filamentosas : Voqueria, *Bryopsis*, etc. y filamentos de Hongos). Cuando el crecimiento terminal continúa por mucho tiempo sobre el tubo principal y sobre sus ramificaciones de diversos órdenes, que se multiplican cada vez más, la célula ramificada adquiere una gran dimensión y ocupa una gran superficie, (Sifonadas, Mucoríneas). Algunas veces, este crecimiento terminal es, por así decirlo, indefinido, y es entonces por decenas ó centenares de metros que se puede medir la longitud de la célula, como se ve en las enormes células lacticíferas de las Moreras, Higueras, etc., en cuyos árboles se extienden, sin discontinuidad, desde las extremidades más bajas de las raíces hasta los vértices de las hojas más altas.

El crecimiento es intercalario cuando la distensión de la

membrana y la interposición consecutiva de nuevas partículas de celulosa está localizada á una cierta zona de la pared, zona que sola se extiende y que poco á poco forma una nueva pieza intercalada á las antiguas (Espirógiras, etc.).

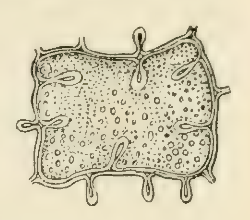


Fig. 64.—Célula de la corteza del Pino, cuya membrana forma repliegues internos. (Según Lanessán).

El crecimiento superficial de la membrana, terminal ó intercalario, atestigua y presupone una localización semejante en el cuerpo protoplásmico.

En algunos casos, la membrana celular no pudiendo dilatarse suficientemente, á causa de la presión de las células vecinas, forma repliegues internos en la cavidad celular. (Fig. 64).

Crecimiento de la membrana en espesor. Escultura — A medida que la membrana se extiende y sobre todo después de terminar su crecimiento superficial, aumenta generalmente en espesor, y, algunas veces, hasta adquirir más de cien veces su volumen primitivo. Ya, el espesor tiene lugar hacia el interior á expensas de la cavidad celular, algunas veces hasta obliterarla completamente (células periféricas del grano de los *Cydonia vulgaris*, *Cucurbita pepo*, fibras liberianas del Lino, etc.) : entonces se dice que es *centrípeto*. Ya, se produce hacia el exterior dilatándose el contorno externo de la célula : en este caso se dice *centrífugo*. Ya, se opera á la vez hacia el interior y hacia el exterior, con diminución de la cavidad y dilatación simultánea del contorno externo: crecimiento *mixto*. El modo centrípeto es el más frecuente : se opera siempre que la célula está estrechamente rodeada por todas partes por las células vecinas. El modo centrífugo y el mixto se manifiestan, al contrario, en las células que tienen su superficie libre en totalidad ó en parte.

En cada uno de estos tres modos de crecimiento de la membrana, el espesor puede ser uniforme, y entonces sus dos contornos son lisos (granos de polen, esporos, fibras li-

berianas de diversas plantas — Fig. 65 — etc.). Pero generalmente es desigual; ciertos lugares se espesan mucho, otros poco ó nada: de ahí una escultura que se dibuja, sea en cavidades, sea en relieve, sea á la vez en cavidades y en relieve, según la extensión relativa de los lugares que se espesan y de los que no se espesan. Si la mayor parte, si todo aquello que puede llamarse el fondo de la membrana, permanece muy del-



Fig. 65. — Sección transversal de dos fibras liberianas del *Dioon edule*. La membrana está uniformemente espesada y compuesta de capas concéntricas, alternativamente densas (sombrías) y blandas (claras). (Según Reinke).

gado, la escultura es en relieve; es, al contrario, en cavidades, si el fondo se espesa mucho; y es, parte en relieve y parte en cavidades, si el fondo toma un espesor mediano. Una ú otra de estas tres formas se dibuja, sobre la cara interna, cuando el espesor es centrípeto (Fig. 66), sobre la externa, cuando es centrífugo (Fig. 67), y en ambas cuando es mixto (Fig. 68). Es fácil comprender que, en cada uno de estos casos, según la forma y el tamaño de las porciones delgadas ó espesas, la escultura de la membrana puede presentar aspectos muy variados.

En muchas células á las cuales se les ha dado el nombre de

colenquimatosas (Fig. 68), la membrana se espesa solamente al nivel de los ángulos, quedando delgada al nivel de las caras. Los ángulos muy espesos, claros y brillantes de estas células hacen prominencia en el meato intercelular y en la cavidad celular.

El espesor de las membranas celulares puede localizarse aún más y determinar, sea hacia afuera, sea hacia adentro, salidas

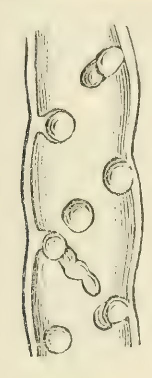


Fig. 66. — Célula con espesores localizados del *Marchantia polymorpha*. (Según Dippel).

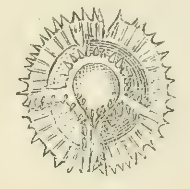


Fig. 67. — Grano de polen del *Cichorium Intybus* provisto de alas y de puntas. (Según Sachs).

con frecuencia muy regulares y afectando formas características notables y constantes.

Los ejemplos de espesores internos de la membrana celular son excesivamente numerosos : podemos citar los espesores localizados simples, reticulados, espiralados, escaleriformes, etc., de algunas células y fibras (Figs. 66, 69, 70 y 71) y los anillados, etc., de algunos vasos (Fig. 72) ; como también los *cistólitos* de algunas hojas (Higuera, Morera, Ortiga), que no son sino protuberancias en forma de pera, en donde se deposita carbonato de cal.

Los espesores hacia fuera se encuentran, como hemos dicho, en las células libres, no dispuestas en tejido, algunos granos de polen y algunos esporos de las Criptógamas vasculares (Fig. 67).

Cuando ciertos puntos de la membrana permanecen delgados mientras que todo el resto de su extensión se espesa, se producen diversas puntuaciones en las células, que constituyen canalículos ahuecados en el espesor de la membrana celular, canalículos tanto más largos cuanto más espesa sea esa membrana. Estos canalículos son ya simples, ya ramificados, y en este último caso se hacen radiantes y convergen hacia el centro (Fig. 73). Cuando tienen casi la misma anchura en toda su extensión, se dice que las puntuaciones son *simples;* pero en las fibras leñosas de un gran número de plantas, principalmente



Fig. 68. — Célula colenquimatosa del *Rumex acetosa*, observada en la potasa extendida. (Según Dippel).

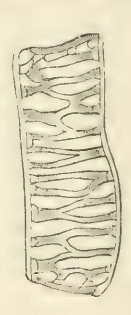


Fig. 69. — Fragmento de fibra reticulada del *Carica microcarpa*. (Según Dippel).

en las Coníferas, la puntuación, al principio ancha, se estrecha gradualmente de fuera adentro afectando la forma de un embudo. Vistas de frente, estas puntuaciones ofrecen dos líneas circulares concéntricas, una interior que corresponde al orificio del canal, y otra exterior que corresponde á la parte del canal tangente al tabique inter-celular y formando como una areola al rededor del primero. Estas puntuaciones toman el nombre de *areoladas* (Figs. 74 y 75). En algunos casos, los dos orificios no poseen la misma forma: uno es redondeado, en tanto que el otro tiene la forma de una hendidura longitudinal dispuesta á través del primero (Fig. 76). En otros, los dos orificios afectan la forma de hendiduras, pero en vez de corres-

ponderse se cruzan (Fig. 77): en este caso particular, la puntuación toma el nombre de *rolaloria*.

Las puntuaciones simples se agrupan á veces para formar puntuaciones compuestas: es lo que sucede, por ejemplo, en las células que constituyen los elementos esenciales del liber

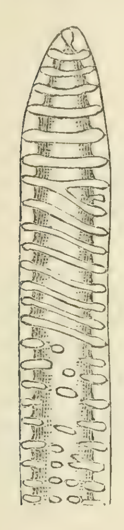


Fig. 70. — Esquema de la formación de las bandas espiraladas y de las puntuaciones. (Según Hartig.)

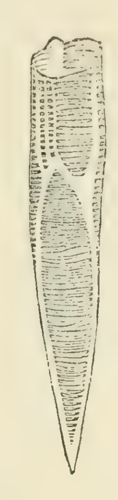


Fig. 71. — Extremidad de una fibra escaleriforme del *Pteris aquilina*. (Según Lanessán).

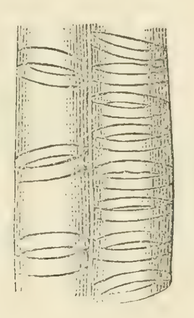


Fig. 72. — Vasos con espesores anillados del *Fhragmites communis*. (Según Dippel).

en las plantas vasculares. Sobre las caras transversales y con frecuencia también sobre las caras longitudinales, la membrana de estas células ofrece, al principio, porciones uniformemente delgadas, en cuya superficie no tarda en dibujarse una red de puntuaciones, comparable á una reja colocada sobre los vidrios de una ventana: en este estado las células toman el nombre de *enrejadas* (Figs. 78, 79 y 80). Estas puntuaciones, lo mismo que las simples, se corresponden exactamente de unas células á otras, estando separadas simplemente por una delgada membra-

na, la cual más tarde se reabsorbe en el centro de cada malla de la red, y entonces la doble puntuación *enrejada* se convierte en una puntuación *cribosa* ó en una *criba,* á través de cuyos agujeros los contenidos gelatinosos de las células comunican libremente y se continúan directamente con otros tantos filamentos muy estrechos.



Fig. 73. — Célula con canalículos del pericarpio leñoso de la avellana. (Según Reinke).

De este modo, las puntuaciones tienen un papel importante en la vida de la planta, favoreciendo la circulación de los jugos.

Espesor transitorio — Se observa á veces en ciertas células un espesor de la membrana, que sólo tiene una existencia efímera, es decir, que es transitorio. Los *Œdogonium* nos ofrecen un ejemplo de espesor interno transitorio, haciendo función de reserva para el crecimiento superficial: debajo del tabique transversal que separa dos células consecutivas del filamento, la membrana se espesa circularmente y forma un rodete prominente; más tarde se divide y se separa en dos porciones que se alejan progresivamente una de otra; pero, al mismo tiempo, el rodete se reblandece y se extiende de manera á formar una zona de nueva membrana intercalada entre las dos porciones antiguas. Es por este curioso mecanismo que las células de estas plantas se engrandecen.

Espesor local produciendo un tabique centrípeto en la célula — Si un espesor circular, como el de los *Œdogonium*, avanza progresivamente hacia el interior, extrangulando el cuerpo protoplásmico hasta obliterar el orificio central, la cavidad celular quedará dividida en dos por un tabique completo. Es así que las células sobrepuestas, que componen el cuerpo

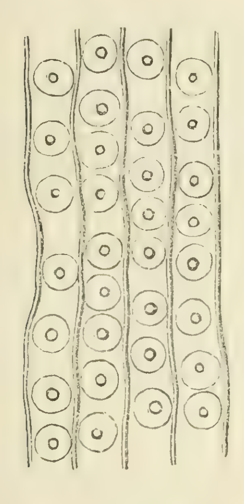


Fig. 74. — Puntuaciones areoladas del *Pinus laricio*, vistas de frente. (Según Sanio).

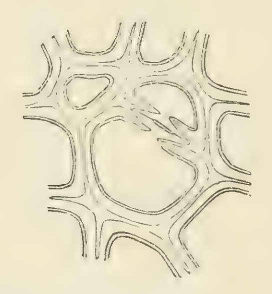


Fig. 75. — Puntuaciones areoladas de las células del *Pinus laricio*, vistas en corte transversal. (Según Sanio).

filamentoso de los *Spirogyra* y *Cladophora*, cuando han adquirido una cierta longitud, se dividen en dos mitades iguales por un tabique centrípeto muy delgado que se espesa más tarde.

Tabique simultáneo y centrífugo — Pero, generalmente, la lámina membranosa que tabica la célula tiene un origen diferente del que hemos descrito. Su sustancia aparece en el mismo protoplasma, y allí se solidifica formando una delgada lámina contínua, ordinariamente precedida en el mismo lugar por una capa de pequeños gránulos que son, ya de almidón, ya

de otra sustancia análoga, y que desaparecen á medida que aquella se forma. Ora, esta lámina aparece al mismo tiempo en toda la anchura de la célula, uniendo entre sí, al mismo tiempo, las dos caras opuestas de la membrana externa: el entabicado es simultáneo. Ora, se forma primero en la región central, y

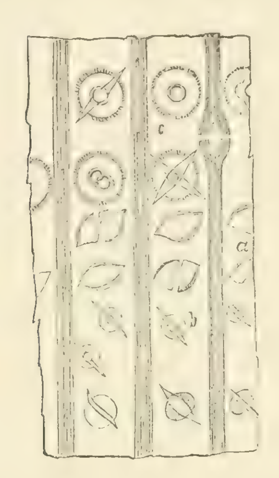


Fig. 76. — Corte longitudinal de las fibras leñosas del Pino. (Según Hartig).

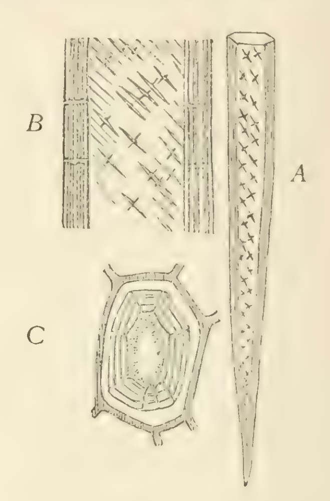


Fig. 77. — Fibra de paredes oscuras del *Pteris aquilina*, provista de puntuaciones en hendiduras cruzadas. A, poco aumento; B, mayor aumento; C, corte transversal de la misma fibra. (Según Sachs).

después avanza poco á poco hacia la periferia para unirse con todo el contorno de la membrana externa: el entabicado es centrífugo. Esta diferencia depende de la riqueza de la célula en protoplasma. El entabicado simultáneo es muy general.

Es de esta manera que, en los tallos, las hojas y las raíces en vía de crecimiento, las células se dividen cada una en dos, cuando adquieren una cierta dimensión; y es también así que se tabican las células del thalo de casi todas las Algas y Hongos.

EXTRUCTURA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MEMBRANA — A medida que la membrana se espesa, sea uniformemente ó desigualmente, sea hacia el interior ó el exterior, también se diferencia formando una serie de capas concéntricas, alternativamente brillantes y empañadas, siendo siempre brillantes la más externa y la más interna. Cuando su espesor es poco notable, no tiene generalmente sino tres capas; cuando es mucho, puede tener hasta cincuenta y aun más (Fig. 65). Aquí, como en los granos de almidón, la extratificación es debida á una desigualdad alterna en la repartición del agua de constitución en las diversas capas: las más densas y más refringentes son las menos acuosas; y las más blandas y más empañadas son las más hidratadas. El agua tampoco está distribuida uniformemente en toda una misma capa: de ahí que parezca compuesta de un sistema de láminas delgadas, alternativamente unas más refringentes, menos acuosas, y otras más opacas, más hidratadas.

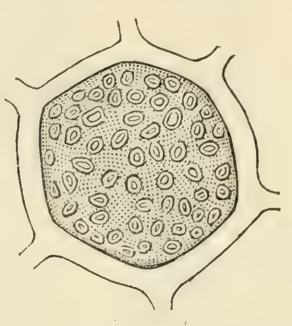


Fig. 78. — Placa enrejada en el liber del *Cucurbita pepo*. (Según Lemonier. Aum. 400 diametro).

Las capas concéntricas se ven mejor observando cortes transversales y longitudinales de la célula; las laminillas, al contrario, que se ven en forma de estrías paralelas, es necesario observarlas de frente. Hay dos sistemas cruzados de laminillas ó de estrías: ya uno es longitudinal y otro transversal, formando anillos sobrepuestos (fibras liberianas del *Welwitschia*, etc.); ya son oblícuos, como sucede ordinariamente, (Fig. 81), ó enroscados en hélice (fibras liberianas de la Vincapervinca). Uno de estos dos sistemas es generalmente más neto que el otro, que á veces se presenta confuso; ó también, uno de estos sistemas es más claro en una capa de la membrana y el otro en otra capa. En definitiva, la membrana está compuesta de pequeños paralelipípedos ó rombos, que difieren entre sí por la proporción de agua que contienen (Fig. 81).

Para demostrar que la extratificación es debida á la desigual repartición del agua, basta hacer desaparecer la causa, es decir, basta repartir con uniformidad el agua que contiene, lo que se puede obtener sea desecando la membrana, sea, al contrario, hinchándola mucho con la influencia de los ácidos, ó de los ál-

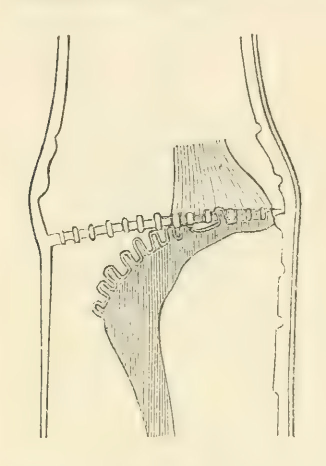


Fig. 79. — Tabique enrejado simple de separación de los elementos liberianos del *Lagenaria vulgaris*, visto en corte vertical. El protoplasma contraido de la célula inferior muestra las prolongaciones que atraviesan los poros del tabique. (Según Bary).

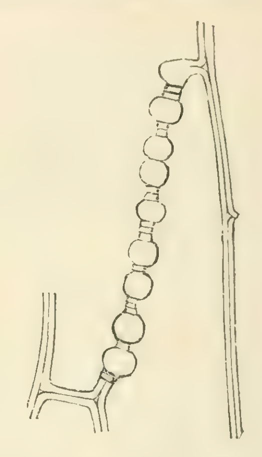


Fig. 80. — Tabique enrejado que separa oblicuamente dos elementos liberianos del *Vitis vinifera*, visto en corte vertical delgado. Las partes engrosadas del tabique separan porciones más delgadas, ahuecados por puntuaciones. (Según Laverssán).

calis. En el primer caso, las capas blandas, perdiendo su agua, se hacen semejantes á las duras; y en el segundo, las duras, impregnándose de agua, se vuelven análogas á las blandas.

Las propiedades físicas de la membrana están estrechamente relacionadas á su extructura. Es sólida, pero muy permeable al agua y á los gases. La resistencia á la presión y á la tracción varía mucho en una misma planta, según las células consideradas, y en una misma especie de células según las plantas: así, mientras que algunas membranas se desgarran al menor esfuer-

zo, las de ciertas fibras liberianas tienen una resistencia comparable á la del acero. En una misma membrana, por otra parte, la resistencia aumenta á medida que disminuye el agua de imbibición.

La membrana es elástica, y su elasticidad aumenta, de ordi-

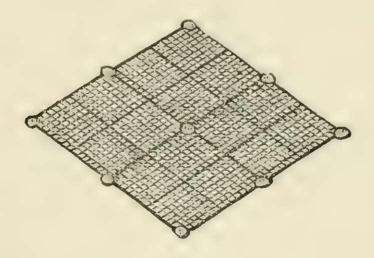


Fig. 81. — Fragmento de fibra leñosa en donde se ve que las estrías cruzadas cada vez más finas dividen la membrana en rombos grandes y pequeños. (Según Dutailly).

nario, con la cantidad de agua de imbibición, al mismo tiempo que su densidad y poder refringente disminuyen. En las células alargadas, como las de la madera, el coeficiente de elasticidad tiene un valor muy diferente según la longitud, según el radio y según la tangente transversal; ó en otros términos, la membrana tiene tres ejes de elasticidad: el eje de mayor elasticidad es el de la longitud, el de la mediana es el del radio, y el de la menor es el de la tangente transversal. Así, por ejemplo, en la madera del tallo del Olmo, el valor del coeficiente de elasticidad es: según la longitud 1165, según el radio 123 y según la tangente transversal 63. La conductibilidad de la membrana para el agua, el sonido, el calor y la electricidad varía en las tres direcciones rectangulares, de la misma manera que la elasticidad. El coeficiente de dilatación por el calor, al contrario, es mucho mayor en el sentido del radio que en el sentido de la longitud: 25 veces mayor en el Boj, 12 veces en la Encina, y 8 veces en el Arce. Sucede lo mismo para la dilatación por el agua, que en el Abeto es 28 veces mayor en el sentido del radio que en el de la longitud.

Bajo el punto de vista óptico, la membrana es birefringente, y lo es tanto más cuanto menos agua contenga de constitución. Su doble refracción es casi siempre negativa, al contrario de la de los granos de almidón, que siempre es positiva; sólo las membranas de algunas Algas marinas (*Caulerpa*) tienen la doble refracción positiva. Uno de estos ejes de elasticidad óptica está siempre dirijido según el radio, es decir, perpendicularmente á las capas concéntricas; los otros dos, iguales ó desiguales, están en el plano tangente, perpendiculares á los dos sistemas de estrías. Pero el tamaño de estos tres ejes varía según las células y cambia también de una capa á otra en la misma membrana. Así, en los *Chara hispida*, cuya membrana está formada de tres capas concéntricas, en la externa y en la interna el mayor eje de elasticidad óptica es transversal, el medio longitudinal, y el más pequeño radial; en la mediana, al contrario, el más pequeño es el transversal. Por consecuencia de su birefringencia y de su extructura prismática, toda membrana muy espesa presenta sobre su sección transversal, con los Nicols cruzados, la cruz negra tan conocida en los granos de almidón. Ni la presión, ni la tracción modifican la birefringencia de la membrana: esta propiedad pertenece, pues, á los elementos que la constituyen, y no resulta, por lo mismo, de las presiones internas á que pueda estar sometida.

En fin, la membrana es diamagnética.

En resumen, la extratificación de la membrana y el conjunto de sus propiedades físicas, y sobre todo, los caracteres ópticos, conducen á admitir en ella, como en los granos de almidón, una extructura cristalina, y á considerarla como resultante de una yuxtaposición de cristaloides prismáticos y birefringentes.

COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA MEMBRANA — La membrana de la célula viviente está formada de una sustancia sólida y de cierta cantidad de agua de imbibición, desigualmente repartida, como hemos dicho, y cuya proporción media varía de una célula á otra. Si se hace abstracción de una pequeña cantidad de materias minerales, que forman las cenizas después de

la combustión (1), la sustancia sólida está compuesta de un hidrato de carbono, que tiene la misma composición que el almidón y la dextrina $(C^{12} H^{10} O^{10})^{n}$, pero que es más condensada que en éstas, y, por consiguiente, *n* es superior á 5: de una manera general, se le llama *celulosa;* pero hay varias clases de celulosa, según su condensación, y aún no se han fijado los diversos grados de éstas, por propiedades y reacciones bien determinadas. Por la ebullición en los ácidos, la celulosa más condensada se hidrata y se desdobla en un equivalente de maltosa y en una celulosa menos condensada de un grado; prolongando la acción, ésta se hidrata á su vez y se desdobla de la misma manera. Continuando aún, se llega, después de tres ó cuatro hidrataciones y desdobles sucesivos, á la granulosa que azulea directamente por el iodo, de donde se pasa, por el almidón soluble, á la dextrina, y de aquí á la maltosa, y por último á la glucosa: la glucosa es, pues, el término final de la acción de los ácidos sobre la membrana celular.

La celulosa menos condensada, cuya fórmula puede escribirse $(C^{12} H^{10} O^{10})^{6}$, que constituye la membrana de la mayor parte de las células jóvenes y que puede llamarse celulosa propiamente dicha, tiene las propiedades siguientes: es sólida, blanca, traslúcida, insoluble en el agua, el alcohol, el éter, los ácidos y los álcalis extendidos; su densidad es igual á 1,45; un sólo líquido la disuelve, que es la solución amoniacal de óxido de cobre; se precipita de esta disolución, en la forma de copos gelatinosos, por el agua, los ácidos extendidos y por algunas sales; hervida la celulosa en una mezcla de ácido nítrico y de clorato de potasa es atacada, se disuelve, se oxida y produce finalmente ácido oxálico; los ácidos clorhídrico y sulfúrico concentrados, y el cloruro de zinc siruposo la atacan en frío, é hidratándola la transforman muy pronto en granulosa; no se colora por el iodo solo, pero, después de la acción del ácido sulfúrico concentrado ó del cloruro de zinc, el iodo la colora en azul; y,

(1) Las materias minerales, á juzgar por las cenizas obtenidas, parecen consistir en sulfatos, fosfatos, silicatos y algunas veces cloruros, de potasa, cal, magnesia y algunas veces de soda.

por último, el azul de quinoleína y el bruno de anilina se fijan á ella y por lo mismo coloran la membrana.

La celulosa más condensada, cuya fórmula puede escribirse $(C^{12} H^{10} O^{10})^7$, no se disuelve, al contrario, en la solución cupro-amoniacal, ni se colora en azul por el ácido sulfúrico, por el iodo ó por el cloruro de zinc iodado. Sólo después de una ebullición prolongada en los ácidos extendidos, que se hidrata y se desdobla para volver al estado de celulosa propiamente dicha, es que adquiere esas dos propiedades: se le ha dado el nombre de *paracelulosa*.

La mayor parte de los Hongos, especialmente los Ascomicetes y Basidiomicetes, tienen sus membranas constituidas por una celulosa todavía más consistente y más resistente, que se ha llamado *fungina* ó *metacelulosa*.

Por último, en algunos Ascomicetes, la membrana de ciertas células azulean en totalidad ó en parte por el iodo solo, mostrando así que está formada de granulosa; lo mismo sucede en algunas Fanerógamas.

En resumen, el hidrato de carbono $(C^{12} H^{10} O^{10})^n$ entra en la constitución de la membrana, al menos, en cuatro estados de condensación diferentes, confundiéndose el grado inferior con la granulosa; cada uno de estos estados, por otra parte, ofrece varias modificaciones secundarias.

Mecanismo del crecimiento de la membrana — Y ya que hemos estudiado la membrana como es en sí, es tiempo de preguntarnos ¿por qué mecanismo crece en superficie y en espesor?

El crecimiento superficial no puede explicarse sino por la introducción lateral de partículas nuevas de celulosa entre las antiguas, introducción favorecida por la presión que producen de dentro á fuera contra la membrana, tanto el protoplasma que aumenta, como el agua atraída por las propiedades osmóticas del jugo celular, presión que distiende la membrana y separa las partículas sólidas que la componen. Las nuevas partículas se depositan sobre las caras laterales de los pequeños

prismas constitutivos engrosándolos, ó bien se condensan á parte formando prismas nuevos entre los antiguos. Aumentando de volumen, los prismas densos absorben agua, la reparten desigualmente en su masa, y se separan en varios primas de refringencia diferente: de esta manera la membrana conserva su extructura primitiva.

El crecimiento en espesor, si es centrípeto, parece tener lugar, en ciertos casos, por aposición de partículas nuevas de celulosa en las bases internas y densas de los prismas constitutivos. A medida que el prisma se alarga así hacia el interior, absorbe agua que se reparte en él con desigualdad, y su paralelipípedo se excinde en tres, de los cuales el mediano es el más hidratado: así aumenta el número de las capas concéntricas, quedando siempre densa la más interna. ¿Sucede lo mismo en todos los casos? Es imposible afirmarlo por el momento. Cuando es centrífugo, el espesor puede explicarse también por una aposición de celulosa en las bases externas de los prismas elementales, lo que necesita, es verdad, que la membrana esté imbebida en todo su espesor por una disolución de la sustancia soluble que deriva de la celulosa; pero esta imbibición también es necesaria para el crecimiento superficial.

En resumen, la membrana celular constituida, como veremos más adelante, como el grano del almidón, crece también como éste, con sólo la importante diferencia de que su crecimiento depende de su situación externa y de la presión interna á que está sometida. Dotada de una extructura cristalina, la membrana crece en definitiva como los cristales, es decir, por aposición de sustancia á la superficie de los elementos cristalinos que la constituyen.

MODIFICACIONES DE LA MEMBRANA CELULAR

Con los progresos de la edad, la membrana fundamental, que hemos estudiado, sufre con frecuencia modificaciones que cambian de diversas maneras sus propiedades físicas y químicas. Estas modificaciones se extienden, algunas veces, á toda

la membrana: pero generalmente, cuando es muy espesa, no tienen lugar más que en un cierto número de sus capas concéntricas, conservando las otras su carácter primitivo. La membrana se halla entonces diferenciada en muchos sistemas de capas, formando otras tantas envolturas ú hojillas distintas; la diferencia en las propiedades puede ser tan notable hasta el punto de ocasionar la disolución completa de los diversos sistemas de capas y la exfoliación parcial de la membrana. Los cambios que de esta manera se producen son de dos especies: ó es una transformación completa é irrevocable de la celulosa en otro principio químico; ó no es más que una impregnación de la celulosa por una sustancia diferente, que una vez quitada, permite confirmar los caracteres primitivos de la membrana. Al primer grupo pertenecen la *cutinización* y *suberificación*, la *gelatinización* y la *licuación* y *reabsorción;* al segundo corresponden la *leñificación*, la *cerificación* y la *mineralización*.

La *cutinización* y *suberificación* son muy análogas, caracterizándose sobre todo por la impermeabilidad que comunican á las membranas celulares.

La cutinización se observa en las células de la capa periférica de los tallos (Fig. 82), de las hojas, de los talhos, y en las células adultas libres como en los esporos y granos de polen (Fig. 83), en las cuales, las capas externas de sus membranas se transforman progresivamente de fuera á dentro en una sustancia diferente llamada *cutina*, mientras que las internas permanecen en el estado de celulosa pura. Entre esas dos capas, se encuentran generalmente otras varias, en que la celulosa no ha sufrido sino una transformación incompleta. El conjunto de las capas completamente cutinizadas forma lo que se llama la *cutícula* (*exina* en los granos de polen, *exóspora* en los esporos); aquellas en las cuales la transformación es incompleta, toman el nombre de capas *cuticulares*. Las capas internas que permanecen en estado de celulosa pura, forman la *intina* en los granos de polen y la *endóspora* en los esporos.

La exina cuticularizada de los granos de polen no sufre, sin embargo, en la misma planta, las mismas modificaciones en todos

los puntos de su superficie : en los granos de polen de los *Cucurbita* (Fig. 84), la exina presenta, en el momento de la fecundación, una especie de placas redondas que se desprenden en una sola pieza del resto de la envoltura, dejando en su lugar un

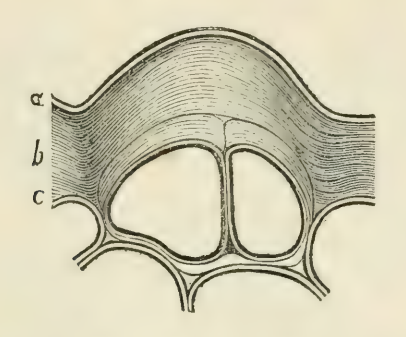


Fig. 82. — Epidermis del Muérdago. Corte transversal: *a*, capa externa ó cutícula; *b*, zona media, muy espesa; *c*, capa interna delgada. (Según Dippel).

orificio por el cual no tarda en salir una prolongación de la intina.

La cutina se colora de amarillo ó se vuelve más ó menos oscura por la acción del iodo y por la del cloruro de zinc iodado. Es insoluble en el ácido sulfúrico concentrado. Su composición química es ternaria, sin ázoe, mucho más pobre en oxígeno que la celulosa : puede expresarse por la fórmula $C^{12} H^{10} O^{2}$.

La *suberificación* se observa en los tallos y con frecuencia en las raíces, en la capa celular situada debajo de la capa periférica, y, algunas veces también, en capas más internas. Las membranas suberificadas son poco permeables á los líquidos y á los gases, muy elásticas, muy refringentes y con frecuencia coloreadas de amarillo ó de oscuro ; lo mismo que en las membranas cutinizadas, se nota en ellas una gran resistencia á la influencia de los agentes químicos ó físicos capaces de alterar y aun de destruir la celulosa ordinaria. El iodo, el cloruro de zinc iodado y el ácido sulfúrico obran del mismo modo sobre ellas que

sobre la cutina. No es extraño entonces, teniendo en cuenta sus propiedades, que la materia suberificada aparezca en aquellas membranas celulares que deban resistir por largo tiempo á la acción destructora de los agentes exteriores. El

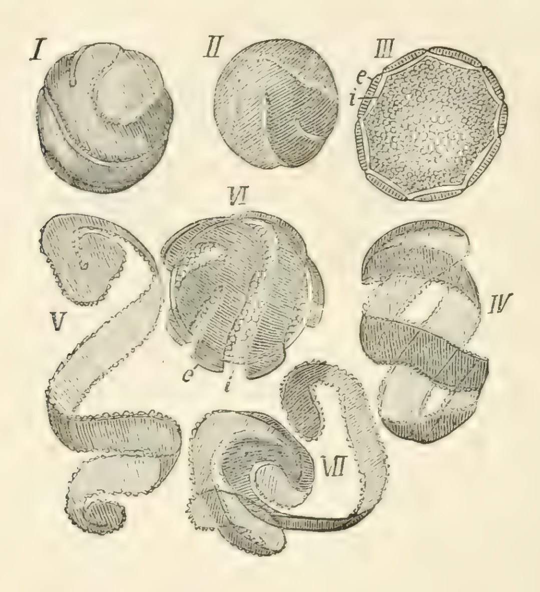


Fig. 83. — Polen del *Thanbergia alata.* — I y II en el ácido sulfúrico concentrado; IV, V y VII, en el mismo líquido, después de la disolución de la intina; III, en una disolución de cloroioduro de zinc, sección transversal; VI, en una disolución concentrada de potasa: e, exina; i, intina. (Segun Sachs, aumento 550 diámetros).

conjunto de las membranas suberificadas de una planta constituye su *corcho*, el cual está muy desarrollado en el Alcornoque, el Olmo y el Arce.

La *gelatinización* consiste en que, en ciertas capas de la membrana, la celulosa se transforma en una sustancia isómera, de consistencia córnea en el estado seco, y que bajo la acción del agua se hincha enormemente formando una especie de jalea ó mucílago. Las capas gelatinizadas no se colorean ni por el

iodo, ni por el cloruro de zinc iodado. La gelatinización se observa con más frecuencia en la capa externa de la membrana. Tal es el caso, por ejemplo, de los esporos de Pilularia y de *Marsilia*, y también de muchas Algas y Hongos, en los cuales los filamentos constitutivos del todo se hallan envueltos por una jalea espesa gelatinosa. Cuando las células, cuya capa externa se gelatiniza, se hallan unidas en tejido, como en el talho de de las Fucáceas, en el albumen del Algarrobo, (Fig. 85), etc.,



Fig. 84. — A, Grano de polen de un *Cucurbita*, emitiendo su tubo polénico. B, porción de la intina al nivel de la tapita de un poro. (Según Sachs).

toda separación desaparece y los cuerpos protoplásmicos (a) envueltos por las capas internas no transformadas (b), parecen sumergidas en una sustancia gelatinosa homogénea (c).

Se observa también la gelatinización en las capas medias de la membrana, cutinizándose la capa externa para formar una cutícula delgada. Así se verifica, por ejemplo, en las células periféricas de los granos del Lino, del Membrillo y otras plantas.

Se observa además la misma transformación en la capa interna, en tanto que la externa se cutiniza. Es lo que sucede en

diversos grados, en las células periféricas de las hojas de las Diosmeas del Cabo (*Diosma alba, Agathosma*) y de un gran número de otras Dicotiledóneas, como algunos Sauces, Ciruelos etc. Es también probable que el mucílago de las Malváceas, Cacteas, Lauráceas, provenga de la gelatinización de las capas internas de la membrana.

Por último, la gelatinización se extiende á veces á todo el

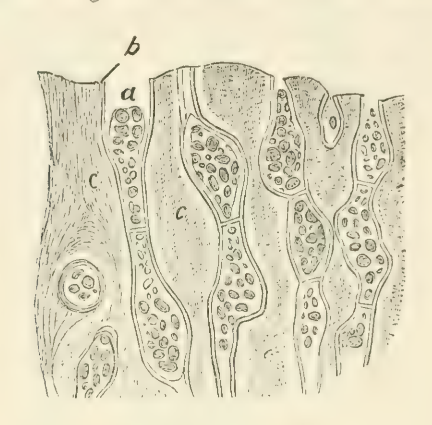


Fig. 85. — Sección del albumen del Algarrobo: *a*, cuerpo protoplásmico; *b*, capa interna no transformada; y *c*, sustancia gelatinosa homogénea (Según Sachs).

espesor de la membrana. La goma tragacanto (*basorina*) proviene, de esta manera, de las células de la médula y de los rayos medulares del tallo de ciertos Astragalos (*A. Tragacantha*, *creticus*, etc.)

Completamente gelatinizadas y muy hinchadas por la acción del agua, las membranas de estas células ejercen una presión sobre las partes periféricas del tallo, las desgarran y salen hacia fuera por las hendiduras bajo la forma de una masa gelatinosa, que no tardan en desecarse formando una sustancia córnea. El mismo fenómeno se verifica en diversos puntos en la corteza y en la madera del Ciruelo, del Cerezo, del Albaricoquero, del Almendro, etc., produciendo la goma (*cerasina*) que se observa en estos árboles.

Se pueden aproximar al fenómeno de la gelatinización de la membrana celular los de *liquefacción* y *reabsorción* de la misma, los cuales consisten en la transformación de la celulosa en una sustancia inmediatamente soluble en el agua, pero sin aumento de volumen.

Dicha sustancia es probablemente vecina de la dextrina. Esta transformación puede ser local, verificándose ya en uno ó muchos puntos limitados y redondeados por los cuales se abre la célula (la mayor parte de las células madres de los zoósporos, células cribosas, tabiques transversales de los vasos de la madera, etc.), ya en un anillo por el cual la célula se desencaja (células madres de los zoósporos en los *Œdogonium*, *Microspora*, etc.). La liquefacción y la reabsorción pueden extenderse también á toda la membrana, que desaparece al mismo tiempo (esporangos de diversas *Mucoríneas*, células madres de los anterozoides de las Muscíneas y de las Criptógamas vasculares, vasos de la madera de muchas plantas acuáticas, etc.). Cuando se produce en una célula viviente, su papel es el de poner en libertad los cuerpos protoplásmicos que encierra.

La *leñificación* se observa con mucha frecuencia en las diversas células de la madera vieja de las plantas vasculares, y también en diferentes puntos fuera de la madera. Consiste esta transformación en que la membrana se impregna, en sus capas externas, de una sustancia ternaria mal definida todavía, llamada *liñina ó vasculosa*, conteniendo más carbono, más hidrógeno y menos oxígeno que la celulosa, y á la cual se ha asignado por fórmula aproximada C^{19}, H^{12}, O^{10}; la capa interna subsiste frecuentemente en el estado de celulosa pura (madera de las Coníferas, etc.).

La membrana leñificada se colorea en amarillo por el iodo y el cloruro de zinc iodado, en rosa por la fuscina, y en rojo por la floroglucina adicionada de ácido clorhídrico, siendo este el reactivo más sensible de la leñificación. En este estado la membrana adquiere mayor dureza, se hace frágil y se colorea con frecuencia en amarillo, oscuro ó negro, como se observa en el *corazón* de los árboles. La leñificación es más bien una

incrustación de la membrana que una transformación. En efecto, tratada la membrana leñificada por el ácido nítrico ó por la potasa caliente y bajo presión, pierde la liñina que la incrusta y vuelve á adquirir todos los caracteres de la celulosa, es decir, se disuelve en el licor cupro-amoniacal y se colorea en azul por el cloruro de zinc iodado.

El rol que desempeña la leñificación es completamente mecánico : dar á las células el sostén que necesitan para no ser destruidas por el peso de las partes superiores. Es por esta razón que no se observa ni en las Algas ni en los Hongos.

La *cerificación* consiste en que las membranas de las células se hallan cubiertas de depósitos cerosos. La cerificación tiene lugar también aun cuando no se formen depósitos en la superficie (tallos de los *Acer-striatum*, *Sophora japonica*, hojas de los *Cycas revoluta*, *Aloe verrucosa*, etc.). En estos casos, la cera no se percibe directamente ; pero si se calienta el corte debajo del agua, se ve exudar la cera bajo la forma de gotitas en toda la extensión de la cutícula y de las capas cuticulares. La ebullición en el alcohol desembaraza á la membrana de estos depósitos, al propio tiempo que la contrae.

La cerificación anula la permeabilidad de la membrana para el agua, ya débil por la cutinización.

La *mineralización* consiste en un depósito de sustancias minerales entre las moléculas orgánicas. He aquí como resulta : la membrana joven encierra, como se sabe, una pequeña cantidad de sales minerales ; á medida que envejece, estos compuestos se acumulan hasta el punto de impedir las reacciones propias de la celulosa. Así mineralizada, la membrana adquiere, al mismo tiempo, mayor consistencia y mayor dureza. Las materias minerales pueden ser sustancias silicosas ó calcáreas, y pueden, ó impregnar uniformemente la celulosa sin enturbiar su transparencia, ó reunirse en forma de gránulos que la hacen opaca, ó, en fin, disponerse en diversos puntos en cristales más ó menos desarrollados (1).

(1) Para más detalles sobre esta clase de incrustación, véase más adelante *Cristales* en los productos celulares.

RESUMEN — Estas modificaciones de las membranas celulares son á veces tan profundas, que una de las envolturas producidas por el desdoble de la membrana, pierde la propiedad de crecer, mientras que la otra continúa poseyéndola en un grado todavía muy elevado. En este caso, la membrana susceptible de crecimiento es siempre la más interna, que se halla en contacto directo con el protoplasma, la cual, ejerciendo presión contra la envoltura externa, determina la rotura de ésta. Fácil es confirmar este hecho sobre los granos de polen: después de ocasionar la rotura de la exina en los puntos más débiles, la intina sale hacia fuera y crece rápidamente hasta recorrer toda la longitud del estilo (Fig. 83).

En algunas células de polen, puede observarse una diferenciación sucesiva de sus membranas en cuatro sistemas de capas: el sistema más externo se gelatiniza, después se disuelve y deja al grano de polen en libertad; el segundo, que protege á este grano durante toda su vida latente, se cutiniza; el tercero, gelatinizándose, cuando recobra su actividad, desgarra al segundo, y después licuándose deja al cuarto, que es de celulosa pura, en contacto directo con el medio exterior, en donde la célula se alimenta y se desarrolla formando el tubo polénico. La membrana celular tiene, pues, una historia bastante complicada.

PRODUCTOS CELULARES

Bajo la denominación de productos celulares estudiaremos el *jugo celular* y otras sustancias elaboradas por las células, y que pueden encontrarse en el protoplasma, en el núcleo, en la membrana, disueltas en el jugo celular, y también fuera de las células.

JUGO CELULAR

El *jugo celular* es, no el líquido que imbebe las diversas partes constitutivas de la célula, protoplasma, núcleo y mem-

brana, sino única y exclusivamente el líquido libre que llena las soluciones de continuidad del cuerpo protoplásmico, que se han denominado *vacuolos*. Este líquido es la fuente en donde el protoplasma toma el agua y las sustancias solubles venidas del exterior, que les son necesarias para crecer y conservar su actividad; es, también, el depósito en donde el protoplasma vierte y acumula las diversas materias solubles que son productos de su actividad. Su reacción es ordinariamente ácida, á pesar que la del protoplasma es generalmente neutra ó débilmente alcalina.

Origen y modo de formación del jugo celular — Sucede con frecuencia que, en el momento mismo de la formación de la célula, el protoplasma ya está ahuecado por cavidades llenas de líquido y provisto, por consiguiente, de un jugo más ó menos desarrollado: en este caso, su origen se confunde con el de la célula.

Pero de ordinario se observa que, en la célula joven, el protoplasma forma un cuerpo compacto y continuo, y que sólo más tarde, cuando la célula crece, es que aparece el jugo celular. Al principio, son pequeñas gotitas que se separan aquí y allá de la masa, y que se agrandan poco á poco y desigualmente, — algunas veces son tan numerosas y están tan próximas entre sí, que el protoplasma parece ser espumoso — y después se funden, unas con las otras, formando una cavidad única. Esta fusión puede verificarse de tres maneras diferentes: ó bien la cavidad separa el protoplasma en dos capas aplicadas, una contra la membrana y otra contra el núcleo, quedando atravesadas por las banditas, que de una van á la otra; ó bien ocupa toda la región central de la célula, y el protoplasma forma en derredor suyo una cubierta parietal que contiene al núcleo en su espesor; ó bien, en fin, los vacuolos se reunen de manera á aislar un cierto número de porciones esféricas del protoplasma, que nadan libremente en una cavidad común. Estas porciones, que de ordinario tienen un vacuolo en el centro, contienen, algunas veces, granos de almi-

dón, granos de clorofila ú otras sustancias, y simulan entonces otras tantas pequeñas células contenidas en una grande: se las conoce con el nombre de *vesículas de jugo*. Son frecuentes en la carne de los frutos y en los tejidos mucilaginosos.

Más tarde, cuando la capa parietal del protoplasma se adelgaza poco á poco y finalmente acaba de desaparecer al mismo tiempo que el núcleo, el jugo celular se pone en contacto, por todas partes, con la membrana, y llena todo el espacio que ésta circunscribe. La célula se encuentra así reducida á dos elementos: la membrana, y un líquido claro que tiene en suspensión las sustancias insolubles producidas por el protoplasma y que no han sido utilizadas, como diversos cristales, gotas de aceite, etc. Pero entonces, la célula ya ha muerto. Este líquido claro de las células muertas no es el jugo celular, y para distinguirle se le ha llamado *líquido celular:* constituye una provisión de agua para las células vivientes de sus alrededores, y si tiene en disolución productos utilizables podrá también alimentarlas.

Desaparición del jugo celular — El jugo celular puede, después de ocupar un espacio en medio del protoplasma, desaparecer poco á poco bajo diversas influencias, sea porque los vacuolos que ocupa se borren, sea porque el protoplasma le expulse contrayéndose.

Así, bajo la influencia de una nutrición abundante, se observa con frecuencia que, un cuerpo protoplásmico ahuecado por grandes vacuolos, estrecha á éstos poco á poco, después les borra, y llenándoles completamente, se vuelve homogéneo y compacto: esto es fácil de observar en la Levadura de la cerveza y en un gran número de Hongos.

Así también, puede verse que, en ciertos momentos, un cuerpo protoplásmico ahuecado por vacuolos, se desprende de la membrana y va — expulsando el jugo que contenía, el cual se acumula entre él y la membrana — á formar en el centro de la célula una masa compacta y homogénea: este fenómeno se observa generalmente en las Algas, en el período preparatorio

para la formación de los esporos y de los huevecillos. Se puede provocar este fenómeno artificialmente en todas las células, sumergiéndolas en una solución salina ó azucarada: y si en seguida, después de haberlas lavado, se las sumerge en agua, el jugo celular expulsado vuelve al protoplasma, el cual se dilata poco á poco, y nuevamente aplica su superficie contra la membrana: de esta manera se restablece la célula y puede continuar viviendo como antes.

Vacuolos pulsátiles — Esta aparición y desaparición del jugo celular, se sucede en ciertos casos y se reproduce periódicamente con cortos intervalos: esto puede observarse en un gran número de plantas inferiores y en sus células reproductoras (Volvocíneas, Desmídeas, Palmeláceas, Peronospóreas, Mixomicetes, etc.).

En un punto determinado del cuerpo protoplásmico aparece, en un momento dado, un pequeño vacuolo que crece poco á poco, llega á un máximun, y de pronto desaparece. Después de un cierto tiempo vuelve á aparecer en el mismo punto, aumenta poco á poco, adquiere las dimensiones del primero, y luego también bruscamente desaparece: de ahí, pulsaciones rítmicas que se suceden indefinidamente de la misma manera. Algunas veces, el vacuolo no desaparece del todo, llega á un punto mínimo y luego se dilata nuevamente.

Este fenómeno se explica por un cambio periódico de la propiedad de imbibición del protoplasma: cuando esta propiedad disminuye, una parte del agua, ya uniformemente extendida en la masa, se aísla y forma una gotita esférica ó vacuolo, y en tanto que dura esa diminución el vacuolo aumenta; cuando, al contrario, la facultad de imbibición aumenta, el protoplasma absorbe la gotita y la extiende por toda su masa, á expensas de la diminución ó desaparición del vacuolo.

Células desprovistas de jugo celular — El jugo celular falta, aunque raramente, en algunas células desarrolladas. Sólo en las Talofitas inferiores puede notarse su ausencia, en cual-

quier edad que se examinen las células: las Oscilarias y las Bacteriáceas, por ejemplo, tienen casi siempre su cuerpo protoplásmico compacto. En los Mixomicetes, el jugo celular, que llena sus vacuolos pulsátiles, no puede considerarse sino como una débil y efímera manifestación de su existencia. En las Bacterias, después que la célula forma un esporo y que todo el resto del protoplasma desaparece, se ve que el espacio que queda entre el esporo y la membrana está ocupado por un líquido claro; pero, según lo que hemos dicho anteriormente, esto no es jugo sino líquido celular.

Función del jugo celular — En la mayor parte de los casos, el jugo celular desempeña un papel importante y múltiple en la nutrición y el crecimiento de la célula: es el agente general de la disolución y del transporte de las materias nutritivas — su reacción ácida favorece su poder disolvente; — provee al protoplasma y á los cuerpos sólidos que de él derivan directa ó indirectamente, al núcleo y á la membrana, del agua de organización necesaria para su formación y crecimiento; es de él que los diversos cuerpos sólidos derivados del protoplasma toman el agua que entra en sus fórmulas químicas; y, en fin, desempeña un papel mecánico muy importante — ejerciendo una fuerte presión excéntrica sobre el protoplasma y la membrana, distiende á uno y á otra hasta que esa fuerza es equilibrada por la resistencia elástica de la membrana. — La tensión entre el contenido y la membrana es lo que se llama la *turgescencia* de la célula: todo lo que aumenta el volumen del jugo celular, aumenta la turgescencia de la célula; y todo lo que le disminuye, la debilita.

CLOROFILA

El protoplasma fundamental produce inmediatamente, en su seno, unos pequeños cuerpos blancos, que no son sino porciones de él, que se aíslan aquí y allá en la masa general, tomando formas y caracteres particulares: son los *leucitos* de Van Tie-

ghem. Su forma es esférica ú oval, y algunas veces, alargada á manera de huso ó de bastoncitos.

Estos leucitos pueden permanecer incoloros, y entonces se consagran especialmente á la formación de los granos de almidón ; ó se impregnan de diversas sustancias colorantes, producidas por su propia actividad, tomando el nombre de *cromoleucitos*.

Leucitos verdes ó cuerpos clorofilianos — Algunas veces, como en ciertas Algas, bajo la influencia de la luz, los leucitos incoloros se tiñen pronto y directamente de verde, impregnándose de un principio colorante de este color, la *clorofila* : en este caso, toman el nombre de *cloroleucitos*. Pero generalmente, estos leucitos ya han sido coloreados en amarillo — *jantoleucitos* — y, bajo la influencia de la luz y de una temperatura adecuada, han producido además la clorofila, como en las Angiospermas. De esta manera se obtienen leucitos coloreados por dos pigmentos á la vez, leucitos que se denominan ordinariamente *cuerpos clorofilianos*, é impropiamente granos de clorofila : estos son los que dan á las hojas su color verde.

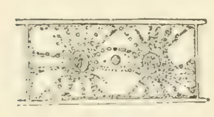


Fig. — 86. Célula de *Zygnema cruciatum*, con dos cuerpos clorofilianos estrellados, los cuales contienen cada uno en el centro un grano de almidón. (Según Sachs).

Formas diversas de los cuerpos clorofilianos — En ciertas Algas, los leucitos verdes ofrecen una gran variedad de formas : ya están dispuestos en discos transversales paralelos entre sí, y que, estando separados por anchas zonas incoloras, forman en la célula otros tantos diafragmas verdes (*Sphæroplea annulina*) ; ya, en una sola placa longitudinal axilar (*Mesocarpus*) ; ya, en varias láminas longitudinales radiantes, unidas de manera á formar estrellas en las secciones transversales de las células (*Closterium*) ; ya, una ó varias cintas espiraladas (*Spiroghira longata*) ; ya, en fin, cuerpos estrellados flotantes en la masa general (*Zignema*, fig. 86). Estas formas complicadas

son excepcionales. Generalmente, en la mayor parte de las Algas y en todas las otras plantas verdes, son simplemente pequeñas masas redondeadas ó poliédricas, que, por analogía, se llaman granos de clorofila. Ordinariamente, en cada célula verde hay muchos de estos granos, y entonces son muy pequeños (Fig. 87); otras veces, son pocos, pero en cambio son

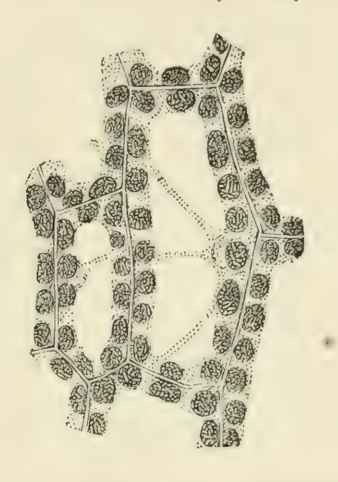


Fig. 87. — Granos de clorofila del *Funaria hygrométrica* en las células de una hoja: están colocados en la capa parietal del protoplasma, donde está también el núcleo, y contienen granos de almidón. (Según Sachs).

más grandes (*Selaginella*): en el *Anthoceros* y en una de las Hepáticas más simples, no existe más que un solo leucito verde, relativamente enorme, que contiene al núcleo en su interior.

COMPOSICIÓN DE LOS CUERPOS CLOROFILIANOS — Conocida la manera de formarse los granos clorofilianos, ya se puede deducir que se componen, al menos, de tres sustancias diferentes: la sustancia fundamental incolora, que es el leucito primitivo, y los dos principios colorantes que le impregnan en toda su extensión, la jantofila y la clorofila.

Separando por medio del alcohol ó el éter esos dos principios que le coloran, el leucito primitivo recobra la forma y volumen del principio. Su consistencia es bastante firme y su contorno muy notable; es blando, sin embargo, y untuoso cuando se le aplasta. Es homogéneo, es decir, desprovisto de gránulos y vacuolos, siendo su capa externa solamente un poco más densa. En contacto con el agua, la absorbe y se hincha: generalmente forma vacuolos, que aumentan hasta romper la capa externa; pero, otras veces, sólo se llena, é hinchándose se redondea y presenta entonces una división en capas alternativamente más ó menos densas, es decir, más ó menos acuosas, que dibujan en él estrías radiales y círculos concéntricos (*Bryopsis plumosa*).

El alcohol, decolorando los cloroleucitos, forma una disolución de un hermoso color verde, que contiene, además de los dos principios colorantes, todas las otras materias solubles de los granos. Si se agita esta disolución con un volumen igual de benzina y luego se deja reposar, el líquido se separa en dos capas: la superior, de un color verde cargado, es sobre todo la clorofila disuelta en la benzina; la inferior, de color amarillo, es la jantofila y las otras sustancias solubles disueltas en el alcohol. Para aislar en estado de pureza, de una parte á la jantofila y de otra á la clorofila, se pone la disolución alcohólica en contacto con el negro animal en grano, el cual se apodera á la vez de los dos principios colorantes, dejando las impurezas en el líquido disolvente; luego se decanta y después se lava el negro animal con alcohol á 65°, el cual toma la jantofila y la deja cristalizar por evaporación; y echando en seguida sobre el carbono éter anhidro ó mejor aceite débil de petróleo, se obtiene un licor de un verde cargado, que es una disolución de clorofila pura; si se hace evaporar lentamente en la oscuridad este último licor, se ve aparecer la clorofila cristalizada.

Composición química y propiedades de la clorofila — La clorofila es una sustancia un poco blanda, de un color verde intenso cuando es recién preparada. Cristaliza en pequeñas agujas aplastadas, con frecuencia radiantes, que parecen

pertenecer al sistema de prisma romboidal oblícuo: estos cristales son dicroitos, de un verde cargado por reflexión y rojo oscuro por transmisión. Es insoluble en el agua, soluble en el alcohol, el éter, el cloroformo, la benzina, el sulfuro de carbono y el aceite de petróleo. Al contrario de lo que generalmente se ha admitido, no contiene hierro. Deja muy poca ceniza, cerca de 1, 8 por 100, formada de fosfatos alcalinos y magnesia con una pequeña cantidad de cal. El análisis elemental ha dado:

	ESPINACAS	GRAMÍNEAS
Carbono.	73.97	73.40
Hidrógeno	9.80	9.70
Azoe	4.15	5.62
Oxígeno	10.33	9.57
Cenizas. Fosfatos.	1.75	1.71
	100.00	100.00

Lo que corresponde á la fórmula $C^{36}H^{30}AzO^{4}$.

La clorofila tiene las propiedades de los ácidos débiles: forma con los álcalis sales solubles y con las otras bases sales insolubles.

En presencia del oxígeno, sea en cristales, sea en disolución se altera en la luz, aun en la difusa: se oxida, amarillea en seguida y luego lentamente se decolora. En el cuerpo clorofiliano también se destruye y se decolora rápidamente en presencia del oxígeno, bajo la influencia de la luz concentrada por medio de un lente. En un medio desprovisto de oxígeno, la luz solar, aun concentrada, no ejerce, al contrario, ningún efecto sobre la clorofila.

Tratada por el ácido clorhídrico concentrado y caliente, la clorofila cristalizada se desdobla en dos sustancias: una verde azulada, que se disuelve en el ácido clorhídrico, es el ácido *filociánico*, $C^{19}H^{22}Az^{2}O^{3}$; otra insoluble, que se disuelve con un color amarillo oscuro en el alcohol caliente, del cual se

separa cristalizándose, es la *filojantina*, cuya fórmula aun no ha sido determinada.

Bajo todas estas relaciones, la clorofila es análoga, casi idéntica á la materia colorante de la bilis de los animales, que se llama *bilirubina*.

Pigmentos supernumerarios contenidos en los cuerpos clorofilianos de ciertas Algas — El color verde del pigmento clorofiliano está á veces velado en ciertas plantas, ya por la presencia de un jugo celular diversamente coloreado, ya por la mezcla íntima de una materia colorante diferente, cuyo tinte más pronunciado oculta el del pigmento verde. M. Rosanoff ha demostrado que la coloración roja, á veces tan bella, de ciertas Florideas es debida á la presencia de una materia colorante soluble en el agua fría, la *ficoeritrina*, íntimamente unida con la clorofila y en mayor cantidad que ésta. En las Fucáceas existe un pigmento rojo-oscuro, denominado *ficofeína*, que se aísla tratando por el agua fría las plantas primeramente maceradas, y haciendo obrar en seguida sobre las mismas plantas el alcohol, que aislando el pigmento clorofiliano deja á aquél en libertad. En las Diatomeas, la clorofila está oculta por una materia colorante amarilla que ha recibido el nombre de *diatomina*, *ficojantina* ó *jantofila*, que se encuentra igualmente en las Nostoquíneas y Croococáceas.

Espectro de la clorofila — Puede obtenerse el espectro de la clorofila de dos maneras: 1.° con una disolución de clorofila; 2.° con un órgano vivo, una hoja, por ejemplo.

1.° *Espectro de la disolución* — Para obtener los materiales necesarios para el estudio, basta hacer hervir hojas verdes en agua, desecarlas en seguida á una temperatura no muy elevada y pulverizarlas. Estos polvos se conservan mucho tiempo inalterables. Cuando se ha de hacer la experiencia, se extrae de dichos polvos la materia colorante verde mezclada con la jantofila por el alcohol, el éter, un aceite graso, el petróleo, el sulfuro de carbono, etc. Agitando la disolución alcohólica con benzina y dejando reposar, se separa la clorofila — que se disuelve en la benzina y forma la capa superficial — de la jantofila, que queda en disolución en el alcohol y forma la capa profunda.

La disolución verde obtenida de esta manera, debe ser empleada inmediatamente, porque la clorofila disuelta se altera si se expone á la luz en presencia del oxígeno, con tanta más rapidez cuanto mayor sea la intensidad luminosa. Los rayos que principalmente determinan esta alteración son los amarillos, y los que están inmediatamente próximos al naranjado y al verde. Dicha alteración es tanto más rápida cuanto más extendida es la disolución. El líquido alterado posee un color oscuro sucio, verdoso ó amarillento: la clorofila, modificada por oxidación, ha cambiado de color.

Descomponiendo por medio de un prisma los rayos solares que han atravesado una capa medianamente espesa de la disolución de clorofila en la benzina, se obtiene un espectro surcado por siete bandas sombrías, como lo representa la parte media de la figura 88. Cuatro de estas bandas son estrechas y situadas en la mitad menos refrangible del espectro; las otras tres son anchas y situadas en la mitad más refrangible, hallándose la última en el límite del violeta. Las tres últimas no se presentan claramente separadas, sino cuando se usan disoluciones muy extendidas; con una concentración media se reunen en una sola banda de absorción que abraza toda la segunda mitad del espectro. La banda I, situada en el rojo y comprendida entre las rayas B y C de Franenhofer, es muy ancha, de un negro intenso y claramente limitada de cada lado: es la principal banda de absorción. Las bandas II, III y IV, situadas respectivamente en el naranjado, amarillo y amarillo verdoso, son esfumadas sobre los bordes, y cada vez más estrechas menos y sombrías, según su número de orden. En la parte de acá de la banda I, la luz roja oscura pasa sin obstáculo; entre las I y II, se halla debilitada; está más aun entre las II y III; y mucho más todavía entre las III y IV.

Las bandas anchas V, VI y VII, están esfumadas de los dos lados. La banda V comienza más allá de la raya F; la banda VI comienza antes de la raya C y se extiende más allá. Por último, la banda VII resulta de la absorción total de la extremidad violeta del espectro hacia la raya H.

Con la disolución alcohólica de jantofila se obtiene un espectro diferente, representado en la parte inferior de la figura 88. No posee más que tres bandas anchas de absorción en la mitad más refrangible. La primera comienza en la raya F, mucho antes de la banda V de la clorofila y se extiende menos que ésta; es además un poco más ancha y mucho más sombría que dicha banda V. La segunda comienza un poco más allá del límite final de la banda V de la clorofila y se extiende apenas más allá de la raya G. La tercera más ancha que la banda VII de la clorofila, ocupa como ella toda la extremidad del espectro.

En fin, con la disolución alcohólica directamente preparada y que

contiene la clorofila mezclada con la jantofila, se obtiene un espectro que resulta de la superposición de dos precedentes, como lo demuestra la parte superior de la figura 88. Se observan también siete bandas: las cuatro primeras son las de la clorofila pura; las otras tres, más anchas y más sombrías que las de la clorofila, resultan

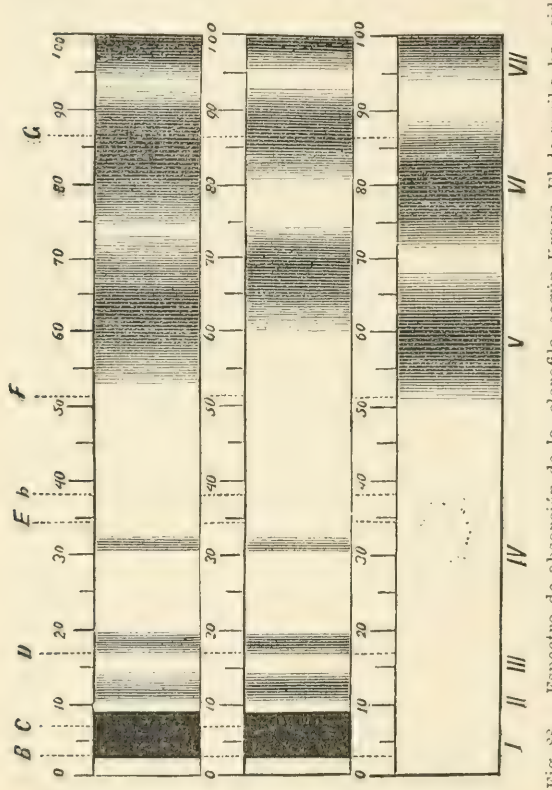


Fig. 88. — Espectro de absorción de la clorofila, según Kraus. El de arriba ha sido obtenido con el extracto alcohólico de las hojas; el del medio con la clorofila disuelta en la benzina; el de abajo con la jantofila. Las bandas de absorción están figuradas, en la parte menos refrangible B-E tales como las da una disolución concentrada, y en la parte más refrangible F-H tales como las da una disolución débil. Las letras A-G indican la posición de las principales rayas; los números I-VII designan las bandas de absorción de la clorofila yendo del rojo al violeta; en fin, los números 0-100 dividen la longitud del espectro en 100 partes iguales.

de la superposición de las bandas de la clorofila con las bandas correspondientes, un poco más anchas, más sombrías y menos refrangibles, de la jantofila. Si la disolución es un poco concentrada, estas tres bandas se reunen en una sola.

Se nota por la inspección de la figura que todos los rayos verdes comprendidos entre las rayas E y F, pasan sin ser absorbidos; pasan

también los rayos rojos extremos, unos pocos rayos naranjados, los rayos amarillos de dos refrangibilidades diferentes y una pequeña cantidad de rayos azules y violetas: esta mezcla forma para nuestros ojos el color resultante verde de las hojas vistas por trasmisión.

La absorción de los rayos luminosos por la clorofila, y por consiguiente el número y anchura de las bandas sombrías del espectro, varían con la concentración de la disolución, ó, lo que es lo mismo, con el espesor de la capa atravesada. La clorofila sólida aplicada con un poco de goma sobre una lámina de vidrio, da el mismo espectro de absorción que la disolución.

2.° *Espectro de las hojas vivas* — El espectro de las hojas vivas coincide, en sus rasgos esenciales, con el de las disoluciones. Solamente se observa la misma cosa que en una disolución de concentración media, es decir, las bandas V, VI y VII, se confunden en una sola, que ocupa toda la mitad más refrangible. Además las cinco bandas están más alejadas de la extremidad roja del espectro. Este cambio de sitio de las bandas puede ser previsto, porque está conforme á aquella ley, según la cual las bandas de absorción retroceden tanto más hacia la extremidad roja del espectro, cuanto el disolvente de la materia colorante posee un índice de refracción mayor.

EFECTO DE LA RADIACIÓN SOLAR. DESCOMPOSICIÓN DEL ÁCIDO CARBÓNICO — Una vez absorbidos por la clorofila, los rayos solares son transformados por el cuerpo protoplásmico de la célula en un trabajo químico: la descomposición del ácido carbónico.

Hace ya cerca de un siglo que se sabe, que las partes verdes de las plantas, bajo la influencia de los rayos solares, descomponen el ácido carbónico que contienen: en estas condiciones absorben, por consiguiente, el ácido carbónico contenido en el aire ó en el agua que las baña, y á medida que le descomponen, mientras que el carbono es retenido, el oxígeno se desprende en un volumen casi igual al del ácido carbónico absorbido. Volveremos más tarde, en la parte de la Fisiología, á ocuparnos de este importante fenómeno químico.

Algunos autores suponen que la acción de los rayos solares sobre la clorofila puede también descomponer el agua contenida en las plantas, fijando el hidrógeno y desprendiendo el oxígeno; pero esto no pasa de ser una hipótesis probable.

Gran difusión de la clorofila. Plantas sin clorofila — La mayor parte de las plantas poseen clorofila en algunas de sus células. Generalmente existe, como acabamos de ver, en los leucitos, bajo la forma de cuerpos clorofilianos: algunas veces, sin embargo, se encuentra en estado amorfo en el cuerpo del protoplasma fundamental. La producción de los granos clorofilianos, que es muy abundante en las hojas, puede encontrarse también en los tallos, las raíces, las diversas partes de la flor, en el fruto y hasta en el embrión en el seno del grano.

Algunas plantas del grupo de las Fanerógamas, sean parásitas como el Orobanco y la Cuscuta, ó nó como el *Neottia nidus-avis* y el *Limodorum abortivum*, están casi enteramente desprovistas de clorofila, siendo entonces blancas ú oscuras en todas sus partes: contienen, sin embargo, en algunos puntos una pequeña cantidad. En la Cuscuta, se encuentran algunos granos verdes en la flor; y en el *Neottia nidus-avis*, los leucitos oscuros contienen un poco de clorofila.

En el grupo de las Talofitas, los Hongos carecen de clorofila, mientras que la mayor parte de las Algas están provistas de ella: no osbtante, varias Cianoficeas son completamente incoloras (*Beggiatoa*, *Leuconostoc*, etc.), y si algunas Bacteriáceas tienen clorofila (*Bacillus virens*, *Bacteriun viride*) la mayor parte no la tienen (1).

CRISTALOIDES

En muchos granos, en medio de un protoplasma generalmente rico de aceite, suelen encontrarse unos cuerpos de apariencia cristalina, de naturaleza azoada, cuya composición difiere muy poco de la del protoplasma ambiente: se les ha dado el nombre de *cristaloides* (Fig. 89).

(1) La clorofila no existe solamente en las plantas, sino que también se encuentra en un gran número de animales inferiores: en los Infusorios, los *Stentor polymorphus*, *Ophrydium versatile*, *Paramecium Bursaria*, *Urostyla viridis*, *Euglena*, etc; en los Celenterios, la *Hidra viridis*; y en los Gusanos, el *Convoluta Schultzii*, etc.

Los cristaloides están compuestos de materias albuminóideas y tienen todas las reacciones de éstas. Por su apariencia cristalina se aproximan á los cristales, y se alejan de ellos por la variación de sus ángulos que, en los cristaloides de una misma célula pueden diferir de dos á tres grados: ciertos reactivos acentúan estas variaciones, pudiendo entonces en un mismo cristaloide llegar hasta quince ó diez y seis grados.

Los cristaloides, no siendo sino sustancias albuminóideas cristalizadas, establecen un pasaje entre las sustancias amorfas y los verdaderos cristales.

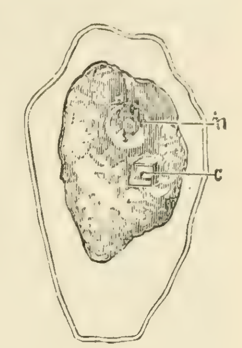


Fig 89. — Célula de Patata; *n*, núcleo; *c*, cristaloide. (Según Dippel).

ALEURONA

En el período en que el grano de las Fanerógamas madura y pasa poco á poco, perdiendo agua, del estado de vida manifiesta al de vida latente; se ve producir en el protoplasma fundamental de las células del embrión y del albumen una materia que se deposita en forma de granos redondeados: son los *granos de aleurona*. Algunos granos carecen de ellos, pero otros como los oleoginosos los tienen en abundancia (Ricino, Umbelíferas, etc). Constituyen un depósito de materias nutritivas de reserva para el desarrollo ulterior, y por lo mismo desempeñan un papel muy importante en la vida de la planta. Son leucitos de forma particular y transitoria, esencialmente pasivos: leucitos de reserva.

Propiedades físicas de los granos de aleurona — La forma de los granos de aleurona es generalmente redondeada ú oval, y algunas veces poliédrica (Fig. 90). Cuando contienen, como en la figura citada C, cuerpos extraños, se amoldan sobre ellos y toman entonces formas angulares. La superficie es generalmente desigual, como ahuecada por pequeñas fosi-

tas, estando los más grandes rodeados por pequeñas prominencias (Viña). La consistencia es firme, y revientan por la presión. Tienen una dimensión muy variable, de $0^{mm},001$ á $0^{mm},055$; en los granos en que abunda el aceite se mantiene ordinariamente entre $0^{mm},003$ y $0^{mm},012$; generalmente en la célula hay un grano mucho más grande que todos los demás (*Vitis*, *Myristica*, etc.). De ordinario son incoloros, y algunas veces tienen un color azul más ó menos cargado (*Knautia*,

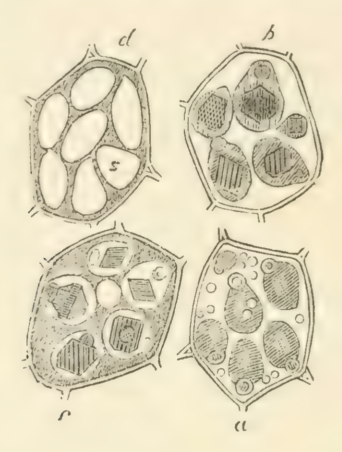


Fig. 90. — Célula del albumen del Ricino (*Ricinus communis*) con sus granos de aleurona, conteniendo cada uno un cristaloide y un globoide: *a*, en la glicerina espesa; *b*, calentada en la glicerina; *c*, en la glicerina extendida; y *d*, tratada por el ácido sulfúrico que disuelve los granos de aleurona (Sachs).

Panax, *Cheiranthus annuus*), ó rojo rosado (*Hibiscus laurus*), ó rojo bruno (*Arachis*, *Theobroma cacao*, *Dipterix odorata*), ó amarillo (*Lupinus*, *Frangula*, *Ailantus*), ó verde (*Pistacia*). Son insolubles en el alcohol, el éter, la glicerina y los aceites grasos.

Extracción de los granos de aleurona — Para aislarlos y obtenerlos en gran cantidad, se hacen cortes finos ó se raspan los granos oleoginosos (nueces, avellanas, almendras, etc.), después de haberles quitado los tegumentos; se les lava

con aceite, en seguida se les echa sobre un tamiz y luego se les deja en reposo; después de algunas horas, todos los granos de aleurona se encuentran reunidos en el fondo del vaso, entonces se decanta y se lava el depósito con éter para desembarazarle de todo el aceite: el polvo que así se obtiene es la aleurona. Para observarla con el microscopio, basta mezclarla con un poco de aceite ó de glicerina.

Extructura y composición química de los granos de aleurona — El grano de aleurona puede ser homogéneo ó contener cuerpos extraños.

1.° *Granos homogéneos* — Los granos homogéneos están compuestos esencialmente de materia albuminóidea, y tienen todas las reacciones ya descritas del protoplasma: apenas contienen una pequeña cantidad de materias grasas. Tratados por una disolución alcohólica de bicloruro de mercurio, forman una combinación mercurial insoluble en el agua; pero calentando ésta hasta la ebullición, se deshace la combinación.

De estos granos, algunos son solubles en el agua, sea completamente (*Pæonia, Tropæolum majus*), sea incompletamente (*Lupinus*), y otros insolubles (*Cynoglossum*); pero todos se disuelven en una disolución de potasa ó de fosfato de potasa aun muy extendida. Tratados por el alcohol que contenga un poco de ácido sulfúrico, se muestran claramente formados de capas concéntricas: estas capas, que son alternativamente sólidas y blandas, son poco numerosas. La masa interna siempre queda amorfa.

2.° *Granos con cuerpos extraños: globoides, cristaloides, cristales* — Se observa con frecuencia que los granos de aleurona contienen cuerpos extraños, que ellos no han producido, pero que les sirven de núcleo en cuyo derredor se han formado (Fig. 90): estos cuerpos son, ó pequeñas masas redondeadas llamadas *globoides*; ó materias albuminóideas cristalizadas, los *cristaloides* ya descritos; ó *cristales* de oxalato de cal.

La masa fundamental que engloba estas diversas sustancias es idéntica á la que constituye los granos homogéneos: de

naturaleza albuminóidea, con una pequeña cantidad de materia grasa; soluble completa ó incompletamente, ó insoluble en el agua; y siempre soluble en una disolución extendida de potasa.

MODO DE OBSERVAR LOS GRANOS DE ALEURONA — Para observar la aleurona es necesario colocar los cortes del órgano que se estudia, no en el agua que la altera, sino en aceite, glicerina, ó en la solución alcohólica de bicloruro de mercurio: este último líquido permite observar en el interior de los granos la forma y la disposición de los cuerpos extraños. Coloreados en rojo por la fuscina, los granos de aleurona se distinguen netamente en medio del protoplasma fundamental de la célula. Si el protoplasma contiene á la vez, como sucede generalmente, granos de aleurona y granos de almidón, tratándolos primero por la fuscina y luego por el iodo, se coloran en rojo los primeros y en azul los segundos.

ALMIDON

El protoplasma produce, además de las sustancia ya descritas, sea directamente en su masa, sea indirectamente en el interior de los leucitos, otras de composición ternaria, que toman forma especial y quedan de reserva para el desarrollo ulterior: la más extendida de estas sustancias es el *almidón*.

Este cuerpo se presenta casi siempre condensado en granos sólidos é incoloros en el seno del protoplasma, y algunas veces en estado amorfo impregnando la totalidad ó la mayor parte del cuerpo protoplásmico de la célula. Los granos de almidón suelen acumularse en los diversos depósitos nutritivos de la planta, en tal abundancia, que forman una parte considerable del peso total del órgano: 13,5 por 100, por ejemplo, en la raíz del *Jatropha manihot* que forma la tapioca; 25 por 100, en los tubérculos de la Patata; 32 por 100, en los granos de Lenteja; 50 por 100, en el Guisante; 60 por 100, en la Avena y el Centeno; 70 á 77 por 100, en el Trigo; 81 por 100, en el

Maíz; en fin, hasta 85 por 100 en el Arroz de la Carolina. Se extrae el almidón de estos diversos órganos triturándoles y lavándoles con agua, y dejando en seguida reposar: los granos se depositan en forma de un polvo blanco que, desecado, cruje comprimiéndole con los dedos. El almidón de la Patata tiene por densidad: seco al aire, 1,50; completamente desecado, 1,63.

Forma y dimensión de los granos de almidón. Granos simples y compuestos — La forma de los granos de almidón es muy variable: ordinariamente son esféricos al principio, y algunas veces conservan siempre esta forma (rizoma del *Veratrum*); pero otras, creciendo con desigualdad, son ya ovales (Patata), ya lenticulares (granos del *Triticum*), ya triangulares (escamas del bulbo del Tulipán), ya poliédricos (granos de *Zea Maïs*), ya líneo-lanceolares (latex del *Euphorbia*), y ya completamente irregulares (tallo del *Cereus variabilis*).

Generalmente los granos de almidón son simples y están aislados en el protoplasma fundamental; pero, algunas veces, varios granos que al principio eran libres se reunen y se sueldan íntimamente para formar un grano *compuesto* (muchas Gramíneas, etc.). El número de granos así soldados varía de 2 á 30,000 y aun más, y son tanto más pequeños cuanto más numerosos son: se han contado como 4,000 en el *Piper*, 5,000 en el *Mesembryanthemum*, 8,000 en el *Festuca*, 9,000 en el Phytolacca, 14,000 en el *Chenopodium*, 20,000 en el Pitcairnia, 30,000 en el *Spinacia*.

La dimensión de los granos de almidón es todavía más variable que la forma: los más grandes se encuentran en algunos órganos subterráneos (rizoma del *Canna lanuginosa*, $0^{mm}170$, etc), y los más pequeños en algunos granos (granos de *Bromus confertus*, $0^{mm}002$); por otra parte, la dimensión varía también en los granos de una misma planta.

Extructura y propiedades físicas de los granos de almidón — Los granos de almidón están siempre formados de

capas alternativamente duras y blandas, brillantes y empañadas, dispuestas al rededor de un núcleo (Fig. 91): en la capa externa es donde se encuentra la sustancia más dura y más brillante, y en el núcleo la más blanda y más empañada. La densidad y refringencia decrecen regularmente de fuera hacia

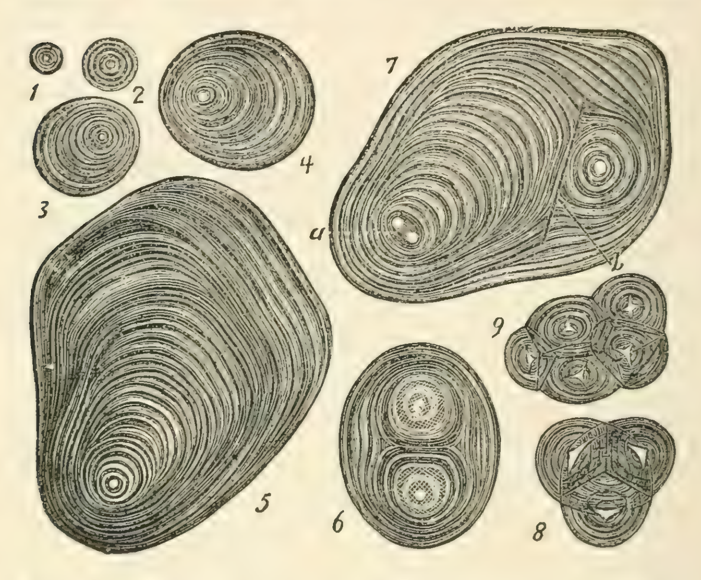


Fig. 91. — Granos de almidón: 1, 2, 3, 4 y 5, granos simples, siendo los primeros los más jóvenes; 6 y 7, granos semi-compuestos; 8 y 9, granos compuestos. (Según Lemonier).

dentro, tanto en la serie de las capas duras como en la de las capas blandas. Algunas veces, las capas son igualmente espesas y completas en todos los puntos: entonces el grano es esférico y el núcleo es central. Pero generalmente son más espesas y numerosas de un lado, mientras que del otro se adelgazan progresivamente y se reunen unas á las otras: entonces el núcleo es excéntrico. Cuando el núcleo es central, es algunas veces alargado (Habichuela); cuando es esférico siempre es redondeado (Patata).

En los granos compuestos, cada grano parcial tiene su núcleo propio y su sistema de capas concéntricas independientes. Algunas veces, los granos parciales están envueltos en conjunto por un cierto número de capas comunes: entonces se dice que el grano es *semi-compuesto* (Fig. 91, 6 y 7).

Los granos de almidón contienen siempre una gran proporción de agua de constitución, de $^2/_5$ á $^1/_2$, más ó menos, de su peso. Esta agua no está repartida uniformemente en toda la masa, lo que explica precisamente la extructura del grano. En efecto, la proporción del agua tiene de fuera á dentro, bruscas alternativas: después de la capa externa, que es la menos acuosa, viene separada por un límite muy claro, una muy acuosa, á la cual sucede de nuevo una menos acuosa, y así en seguida hasta que se llega á la capa más interna, siempre pobre de agua, la cual envuelve por último al núcleo, que es la parte más acuosa del grano. La cohesión de la sustancia, su densidad y su poder refringente disminuyen ó aumentan á medida que aumenta ó disminuye el agua de constitución, y siguiendo las mismas bruscas alternativas: de ahí la nitidez de las capas concéntricas. La extratificación de las capas desaparece desde que se extrae el agua del grano, sea por evaporación ó por medio del alcohol absoluto, porque entonces quedando igual las capas más ricas de agua á las más pobres, la diferencia en densidad y poder refringente desaparece; desaparece también cuando por diversos medios, por la acción de la potasa extendida, por ejemplo, se hace absorber al grano mayor proporción de agua, porque entonces las capas más densas absorbiendo relativamente más agua que las otras, se vuelven semejantes á éstas, y por lo mismo la distinción de capas desaparece.

Además, tanto en la serie de las capas densas como en la serie de las capas blandas, la proporción del agua crece constantemente de la periferia, en donde está la capa menos hidratada, hasta el núcleo, que es la parte más hidratada del grano: resulta de aquí, que las capas duras y brillantes disminuyen, y las blandas y empañadas aumentan, á medida que se cercan al centro; también que, cuando el grano se seca, su

región interna pierde más agua y por lo mismo se contrae más, formando una cavidad de donde parten hendiduras radiantes que se adelgazan hacia la periferia, terminando antes de llegar á ella. La formación de estas hendiduras radiantes adelgazadas demuestra también que, en cada capa, la proporción del agua de constitución es mayor en el sentido de la tangente que en el del radio.

El grano de almidón se hincha en el agua, pero con desigualdad en las diversas direcciones: absorbe mucha más agua y se distiende mucho más en el sentido de las capas que en la dirección perpendicular. Favoreciendo la hinchazón por medio de un ácido, de un álcali ó por el calor, se hace más notable esta diferencia: en estas condiciones un grano de almidón de *Canna*, por ejemplo, se dilata 971 por 100 en el sentido de las capas, y solamente 64 por 100 en la dirección perpendicular.

En fin, cuando se comprimen los granos de almidón, lo mismo que cuando se secan, se producen hendiduras radiantes, y ninguna tangente.

Todo esto demuestra que, la cohesión y la elasticidad de la sustancia amilácea, muy débil en el sentido de las capas donde está su mínimum, es muy grande en el sentido perpendicular en donde está su máximum.

Los granos de almidón refractan mucho la luz: los del *Canna*, por ejemplo, tienen por índice de refracción 1,507. Son claramente birefringentes, cuando tienen más de $0^{mm},004$, aunque no presenten todavía ninguna extratificación. En la luz polarizada, presentan una cruz negra (Fig. 92), cuyas ramas se cruzan siempre en el núcleo: de ahí un medio para encontrar á éste cuando no es directamente visible. Una compresión artificial no cambia nada las propiedades ópticas de los granos, lo que demuestra que su birefringencia no es debida á fenómenos de tensión interiores, sino á su constitución propia.

Los granos de almidón son grupos de cristaloides — Las diferencias de cohesión en el sentido de las capas y en el sentido perpendicular, así como las propiedades ópticas que

acabamos de constatar, están acordes en demostrar la extructura cristalina de los granos de almidón. Todo pasa, en efecto, bajo aquellos dos aspectos, como si el grano estuviese compuesto de finos cristales prismáticos de un solo eje, dispuestos, uno al lado de otro é irradiando alrededor del núcleo, paralelamente á las hendiduras, es decir, perpendicularmente á las capas. En una palabra, los granos de almidón tienen la extructura de los que se llaman generalmente esfero-cristales. Hay, no obstante, una diferencia. Los granos de almidón, y por consecuencia los elementos cristalinos de que se componen, se inflan en el agua, lo que no sucede con los esfero-cristales ordinarios — se asemejan por esto á los cristales de materias albuminóideas estudiados anteriormente — y como esta propiedad es la que hace designar á estos últimos bajo el nombre de cristaloides, los elementos cristalinos del grano de almidón son también cristaloides: son cristaloides de materia amilácea.



Fig. 92. — Grano de almidón de Patata, visto en la luz polarizada (Lanessán).

La materia amilácea, cuya composición y propiedades químicas estudiaremos más adelante, cristaliza, pues, en las células, en la forma de esfero-cristales, que son los granos de almidón. Esta forma constante parece resultar de la poca solubilidad de la materia amilácea y de la viscosidad del medio protoplásmico en que se opera la cristalización: en efecto, es en semejantes condiciones que siempre se forman los esfero-cristales. Esto esplica también, el por qué la materia amilácea no se encuentra jamás, en las células, en cristaloides aislados.

Crecimiento de los granos de almidón — Puesto que los granos de almidón son esfero-cristales, es decir, grupos de cristales, deben crecer, como todos los cristales, por el exterior, por aposición de moléculas nuevas sobre las antiguas: esto es, en efecto, lo que tiene lugar. Se tiene inmediatamente

la prueba de ello por los hechos siguientes : en las células en vía de crecimiento, los granos de almidón sufriendo una disolución local y progresiva, como será explicada más adelante, se muestran corroídos más ó menos profundamente en la superficie y á veces también horadados de parte á parte. Cuando el crecimiento de las células disminuye y se detiene, al mismo tiempo que se forman nuevos granos de almidón, los granos viejos corroídos crecen poco á poco, depositando en sus superficies una capa brillante y muy refringente, cada vez más espesa ; esta capa continúa, al principio, las desigualdades del grano, pero muy pronto varía su crecimiento, pues no tarda en espesarse con más actividad en las cavidades que en las prominencias, de manera á igualar la superficie.

En medio del nuevo grano, cuando ha cesado de crecer, se nota claramente, con ayuda de una luz conveniente, el grano corroído primitivo con su contorno irregular. Dos granos corroídos próximos pueden encontrarse envueltos á la vez por una capa común : este fenómeno puede observarse fácilmente en los cotiledones de las Leguminosas y en la médula de las Cacteas.

Cuando se comparan entre sí un gran número de granos de diferentes edades, desde su primitiva aparición hasta su estado definitivo, se ve que las fases del desarrollo se suceden de la manera siguiente : el gránulo primitivo, generalmente esférico y algunas veces de forma variable es siempre homogéneo, brillante y pobre de agua ; después se acumula agua en el centro y se forma un núcleo blando rodeado por una capa densa ; más tarde, el núcleo blando se encuentra rodeado por tres capas, dos densas separadas por una blanda, — ésta toma nacimiento en la capa densa como el núcleo blando en el grano denso primitivo ; — después, el número de capas alternativamente blandas y densas, á partir del centro, crece cada vez más ; y por último, á medida que el grano crece, la densidad de sus capas internas disminuye, de tal manera, que esta porción interna es menos densa y más rica de agua que un grano más joven de la misma dimensión.

Trataremos ahora, descrito ya el crecimiento por aposición,

de explicar á la vez las diversas fases del desarrollo y la ex- tructura definitiva del grano de almidón. Para esto es necesario recordar dos cosas: 1.° el grano de almidón absorbe mucha más agua en el sentido de la tangente que en el sentido radial, lo que determina en él una tensión — su parte interna está distendida por su capa externa; — 2.° toda presión ó tracción ejercida sobre el grano ó sobre una porción de él, aumenta, en el lugar que se ejerce, la facultad que posee la materia amilácea de absorber agua, y disminuye su densidad. En el grano primitivo homogéneo existe, pues, entre la capa externa y la parte central, una tensión que crece poco á poco; una vez traspasados los límites de la elasticidad, la sustancia del centro se encuentra distendida y llevada á ese estado en que absorbe más agua y en que su densidad y refringencia disminuyen; de ahí la formación del núcleo blando seguida de un equilibrio transitorio. Pero muy pronto, continuando el depósito de la materia en el exterior, la tensión renace y crece en la capa densa hasta sobrepasar el límite de elasticidad; en este momento se opera en medio de esta capa una distensión que provoca una mayor absorción de agua y una diminución correspondiente en la refringencia y la densidad; en otros términos, la capa densa se divide en otras dos también densas y separadas por una blanda: de ahí un nuevo equilibrio transitorio. Continuando la aposición con los mismos efectos, renace la tensión en la capa densa periférica, en medio de la cual se forma nuevamente una capa blanda, y así de seguida. Por otra parte, en tanto que el grano crece de este modo, el conjunto de las capas internas experimenta poco á poco de parte de las capas periféricas una tracción creciente: de lo cual resulta, desde luego, que las capas blandas se vuelven más blandas y más hidratadas, y después que las mismas capas densas pierden poco á poco su refringencia volviéndose más acuosas.

En resumen, como todo cristal ó grupo de cristales, el grano de almidón crece por aposición. Las propiedades físicas que derivan de su extructura cristalina y las acciones mecánicas que éstos tienen, bastan para explicar las diversas modificacio-

nes que aquel experimenta con los progresos de la edad y su aspecto definitivo (1).

La formación de los granos compuestos tiene lugar por soldadura de varios granos simples, más ó menos numerosos, que han nacido juntos en un mismo leucito. En los granos semicompuestos, los granos simples tienen, después de su soldadura, un crecimiento común que envuelve á todos en conjunto en una capa común extratificada, más ó menos espesa.

COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES QUÍMICAS DEL GRANO DE ALMIDÓN: GRANULOSA Y AMILOSA — El almidón es un conjunto de carbono, hidrógeno y oxígeno, en que estos dos últimos cuerpos están unidos en la misma proporción que en el agua: es, pues, un hidrato de carbono. El análisis ha dado, para el almidón del Trigo desecado á 140°: 44,5 de carbono; 6,2 de hidrógeno; y 49,2 de oxígeno, lo que conduce á la fórmula $C^{12} H^{10} O^{10}$, ó á un múltiplo $(C^{12} H^{10} O^{10})^n$. Este múltiplo no parece ser inferior á 5, y por lo mismo la fórmula probable del almidón es $(C^{12} H^{10} O^{10})^5$. Los granos de almidón contie-

(1) Nägeli ha expuesto en su gran obra de 1858 y precisado en diversas ocasiones después de esta época, una manera diferente de comprender la extructura y el crecimiento de los granos de almidón. Según él, el grano de almidón fresco y húmedo está compuesto de partículas sólidas, cristalinas, birefringentes, tan pequeñas que escapan á los mayores aumentos, separadas por espacios llenos de agua, y á los cuales denomina *micelas*. En el grano completamente desecado, las micelas poliédricas se tocan por todos los lados. Las micelas están orientadas de manera á tener uno de sus ejes radial, es decir, perpendicular á las capas, y los otros dos tangentes á éstas: éstos son mucho más pequeños en las capas blandas que en las densas. Hecha esta observación, supone que el crecimiento del grano de almidón se opera á la vez en todo su espesor, porque las micelas engrosan por aposición, ó porque se depositan en sus intervalos nuevas micelas que aumentan en seguida por aposición, ó por las dos cosas al mismo tiempo: éste es el crecimiento dicho por *intususcepción*, el cual presupone, como se ve, el crecimiento por aposición.

Esta teoría explicaba todos los hechos conocidos hasta entonces, y, por lo mismo, fué admitida casi unánimemente por todos los Botánicos; pero más tarde, habiendo Schimper descubierto nuevos hechos incompatibles con ella, ha sido casi abandonada, á pesar de que su autor continúa aún defendiéndola.

nen también una pequeña cantidad de sustancias minerales: dejan, en efecto, de 0.2 á 0.6 por 100 de cenizas.

La sustancia amilácea, compuesta de este modo, se presenta en el grano de almidón bajo dos modificaciones diferentes, que son quizás dos combinaciones químicas distintas é isómeras. Aunque una y otra están íntimamente unidas en todos los puntos visibles del grano, pueden, sin embargo, separarse y distinguirse. Una se disuelve lentamente en la saliva á una temperatura de 45° á 55°, en el ácido sulfúrico muy extendido, en una solución de sal marina adicionada de 1 por 100 de ácido clorhídrico, en el ácido crómico y en el hipoclorito de cal, y se colorea en azul por el iodo en presencia del agua: es la *granulosa*. Otra conserva, después de la extracción de la granulosa, la forma, el tamaño, la extructura, y las propiedades ópticas del gránulo primitivo, con una densidad siempre menor y una extratificación con frecuencia mucho más neta; el iodo la colora solamente en amarillo ó en un amarillo-rojizo, muchas veces no la colora; se disuelve en una solución amoniacal de óxido de cobre: es la *amilosa*.

La amilosa, que forma el esqueleto del grano, entra en una proporción menor que la granulosa: rara vez llega á 1/8 del peso total. En las capas densas predomina la amilosa, en las blandas la granulosa.

La combinación azul del iodo con la granulosa, el *ioduro de almidón*, presenta un fenómeno curioso: se disocia y se decolora por el calor, y se vuelve á formar y colorear por el enfriamiento.

Bajo la influencia del ácido sulfúrico concentrado ó del cloruro de zinc, la amilosa se transforma en granulosa, y por consiguiente se colora en azul por el iodo.

En contacto del agua caliente de 55° á 65°, los granos de almidón se hinchan enormemente sin disolverse y absorben agua hasta adquirir varios centenares de veces su volumen primitivo. Si la cantidad de agua es insuficiente, se tocan y se sueldan, formando una masa gelatinosa y transparente que se llama *engrudo*. Si se calienta el agua hasta la ebullición, la gra-

nulosa pasa poco á poco al estado soluble. El mismo fenómeno tiene lugar á frío en la potasa ó la soda extendidas. Las capas más internas y las menos densas son las primeras que se inflan, y la más externa y más densa se dilata poco á poco hasta que se rompe por la presión de la masa interna.

Continuando la acción del calor, la granulosa, vuelta soluble, se desdobla en *amilodextrina* (C^{12} H^{10} O^{10})^{4} y *maltosa*, (C^{12} H^{11} O^{11}); continuando aún, la amilodextrina, fijando un equivalente de agua, se desdobla á su turno en *eritrodextrina* (C^{12} H^{10} O^{10})^{3} y en maltosa; á su turno, la eritrodextrina, prolongando siempre aquella acción, se desdobla en *acroodextrina* (C^{12} H^{10} O^{10})^{2} y maltosa; la acroodextrina, en *dextrina* (C^{12} H^{10} O^{10}) y maltosa; la dextrina, siempre absorbiendo un equivalente de agua, se transforma en maltosa (C^{12} H^{11} O^{11}); y, por último, toda la maltosa se transforma en *glucosa* (C^{12} H^{12} O^{12}), que es un azúcar fermentescible como la maltosa; pero de poder rotatorio más débil y poder reductor más fuerte.

Disolución y transformación de los granos de almidón en la célula viva — Esa disolución y esa serie de hidrataciones y desdobles debidos á la acción del calor, solo ó ayudado por los álcalis y ácidos extendidos, tienen lugar también en la célula viva, pero por un mecanismo diferente: en ciertos momentos, en efecto, por ejemplo cuando las semillas, los tubérculos ó las yemas cargadas de almidón pasan del estado de vida latente al de vida manifiesta, se ve que los granos de almidón se disuelven poco á poco en las células y finalmente son reemplazados por la maltosa.

En este momento, el protoplasma de la célula tiene una reacción ácida; pero esta acidez es demasiado débil para poder por sí sola, á la temperatura ordinaria, atacar á los granos de almidón. Al mismo tiempo, se encuentra en el protoplasma una sustancia azoada, neutra, soluble en el agua é insoluble en el alcohol, que se llama *diastasa*. Esta sustancia aparece, algunas veces, al principio de la germinación (*Phaseulus multiflorus*); y otras, en el período en que los órganos están en vida latente,

y entonces la germinación no contribuye sino á aumentar su proporción (*Pisum sativum, Mirabilis jalapa*). Por otra parte, se desarrolla lo mismo en las células que carecen de almidón (raiz de *Daucus carota,* etc.), como en las que le poseen.

La diastasa tiene la propiedad, en un medio débilmente ácido, condición necesaria, de atacar á los granos de almidón : primero vuelve soluble á la granulosa ; después, fijando agua, la desdobla en cuatro dextrinas sucesivas y en maltosa, como lo hemos indicado anteriormente. De esta manera, de los granos de almidón primitivos no queda más que el esqueleto formado por la amilosa, que no se deja colorear por el iodo ; pero esta misma no tarda en ser atacada del mismo modo por la diastasa, transformándola rápidamente en granulosa, luego en granulosa soluble, y después desdoblándola en dextrinas y en maltosa : por consiguiente, todo el grano de almidón, bajo la acción de la diastasa, se encuentra así desdoblado en dextrina $C^{12} H^{10} O^{10}$ y en maltosa $C^{12} H^{11} O^{11}$. Aquí termina su acción, siendo incapaz de transformar la última dextrina en maltosa y ésta en glucosa : en esto difiere de los ácidos, que fácilmente realizan, como la ebullición prolongada, estas dos transformaciones.

La saliva contiene una materia azoada, la *ptialina,* que posee todos los caracteres de la diastasa : á ella debe su acción sobre las sustancias amiláceas, que es la misma que hemos descrito anteriormente.

INULINA

La inulina es una sustancia ternaria de la misma composición que el almidón ($C^{12} H^{10} O^{10}$)^n, pero que desvía á la izquierda el plano de polarización. Esta sustancia se encuentra en disolución en algunas Algas, como la *Acetabularia ;* en algunos Hongos del grupo de los Líquenes, como el *Ramalina ;* en algunas Umbelíferas y Colchicáceas ; pero sobre todo en un gran número de Compuestas, Campanuláceas, Lobeliáceas, etc.: es una materia de reserva para el desarrollo ulterior. Las

plantas que la producen contienen también en sus depósitos nutritivos, algunas veces azúcar; pero nunca tienen al mismo tiempo almidón.

La inulina se separa expontáneamente del jugo de estas

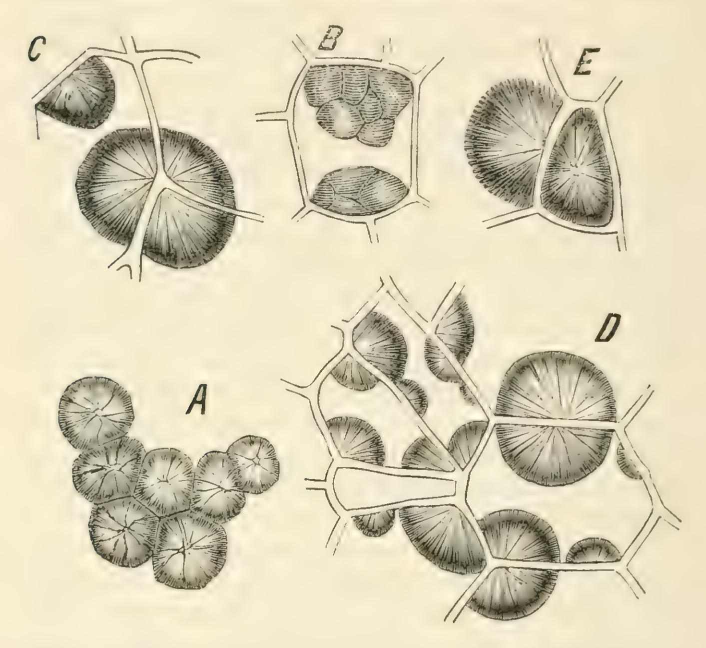


Fig. 93. — Inulina del rizoma de la Inola: A, cristales separados de las células sacados de una preparación proveniente de un fragmento de rizoma que ha estado varios dias en alcohol concentrado; B, masa de inulina de aspecto amorfo, después de estar en el alcohol; C, esfero-cristal voluminoso de inulina formado por tres porciones separadas por paredes celulares, preparado en la glicerina después de estar en el alcohol; D, esfero-cristales de formas diversas; E, esfero-cristal de la misma preparación de bordes erizados, después de estar en el alcohol y tratado en seguida por el ácido acético. (Según Lanessán).

plantas, obtenido por expresión ó decocción, después de algún tiempo, en la forma de un precipitado blanco finamente granuloso. Redisuelto en el agua, cristaliza, formando lo que se llama

esfero-cristales, es decir, masas esféricas de prismas radiantes (Fig. 93, A).

Por medio de la desecación ó por una rápida absorción de su agua provocada por la adición del alcohol absoluto, la inulina se deposita en el interior de las células en la forma de pequeños gránulos (Fig. 93, B) : basta generalmente sumergir en alcohol absoluto un corte delgado del órgano estudiado, para ver aparecer la inulina, en las células, bajo la forma de esfero-cristales que se vuelven más netos adicionando un poco de agua. Se obtienen mucho más grandes sumergiendo durante largo tiempo en alcohol ó en glicerina un filamento entero de Acetabularia, ó algunos fragmentos grandes de órganos ricos de inulina, como los tubérculos de Inola ó de Dalia : en este último caso, un esfero-cristal invade con frecuencia varias células del tejido (Fig. 93, D), lo que prueba que la acción de las fuerzas moleculares que determina la disposición cristalina no es obtaculada por la interposición de una membrana. Cuando los órganos cargados de inulina se congelan, se producen nódulos semejantes ; y cuando se deshielan, no se redisuelven en el jugo celular.

Los esfero-cristales de inulina, formados, como acabamos de ver, de elementos cristalinos birefringentes y dispuestos en los radios de una esfera, presentan en la luz polarizada la cruz que caracteriza este género de disposición. El agua no los hincha : son verdaderos cristales y no cristaloides. Son poco solubles en el agua fría, y si el jugo celular los disuelve es quizás debido á su reacción ácida ; se disuelven rápidamente en el agua caliente á 50-55° ; son insolubles en el alcohol y el éter ; la potasa y los ácidos sulfúrico y clorhídrico los disuelven muy pronto, atacándolos siempre de fuera á dentro ; por la ebullición en el ácido sulfúrico ó el clorhídrico muy extendidos, se hidrata la inulina y se transforma en *levulosa* ; y, por último, la solución acuosa ó alcohólica de iodo penetra bien á través de las hendiduras estrechas de los esfero-cristales, pero sin comunicarles ninguna clase de coloración : por estas diversas reacciones y por su aspecto particular, se podrá siempre reconocer fácilmente y con seguridad á la inulina.

CRISTALES

Las sustancias cristalinas minerales que se encuentran en los vegetales son: combinaciones silicosas, oxalato, carbonato, sulfato y fosfato de cal. Estas sustancias pueden formarse, ya en la cavidad de la célula, ya en el espesor de las membranas celulares, y ya, en fin, presentarse en estado de depósito en la superficie de las células epidérmicas.

Los cristales que se forman en la cavidad de la célula, sin relación alguna con la membrana celular, están siempre constituidos por el oxalato de cal. En las Dicotiledóneas se encuentran á veces grandes cristales aislados que pertenecen al sistema clinorómbico ó al sistema cuadrático (Fig. 94); pero es más frecuente encontrar en esas plantas combinaciones irregulares de cristales cuyas puntas son las únicas visibles.

En las Monocotiledóneas el oxalato de cal afecta generalmente la forma de agujas delgadas, largas, puntiagudas en los dos extremos, dispuestas paralelamente entre sí, y formando de este modo un paquete que llena casi por completo la célula: es un haz de *ráfides* (Fig. 94, 7 y 8). La cavidad de la célula contiene un mucílago que se hincha al contacto del agua, determina por esta causa la rotura de la pared celular, y ocasiona así la dispersión de los cristales.

El origen de los cristales de oxalato de cal se explica, porque en ciertas células, muy extendidas en los diversos órganos de los vegetales, el protoplasma produce ácido oxálico, el cual al contacto de las sales solubles de cal que se hallan en todo el cuerpo de la planta determina su formación. Estos cristales pueden producirse en las células ordinarias, por ejemplo en las células con clorofila, pero comunmente nacen en células especiales, que difieren por su forma y por su dimensión de todas las células vecinas: dichas células se denominan *oxalígenas*. Estos cristales se forman ya en el protoplasma general, ya en partes diferenciadas de su masa, como en los corpúsculos clorofilianos.

Todos los cristales de oxalato de cal se reconocen, cualquiera que sea su forma y sus dimensiones, en que son insolubles

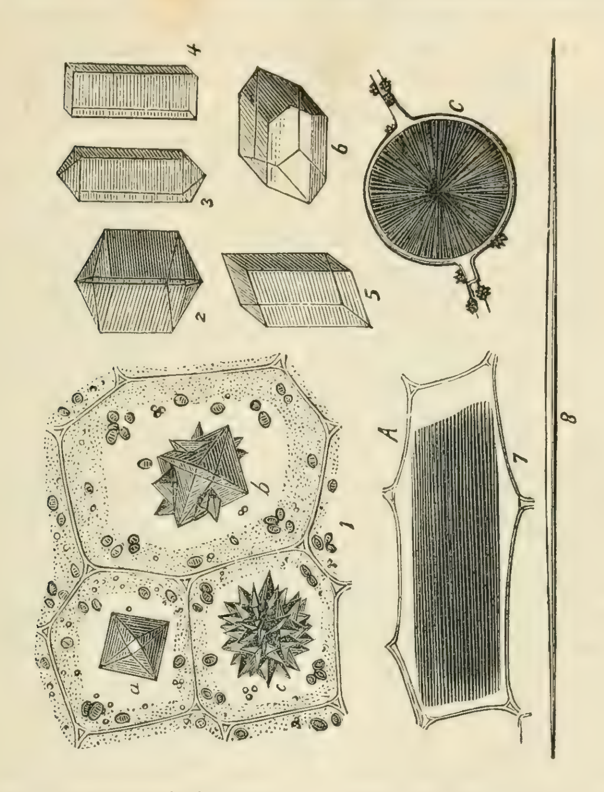


Fig. 91. — Formas principales de los cristales de oxalato de cal. 1, tres células del peciolo de la hoja del *Begonia manicata* con cristales del sistema cuadrático, conteniendo, una un octáedro simple, otra un octáedro cubierto de otros más pequeños, y la tercera una macla radiada; 2, combinación de un prisma de base cuadrada con un octáedro, de la hoja del *Tradescantia discolor;* 3 y 4, prisma con octáedro y prisma puro, de la hoja del *Allium cepa;* 5, prisma romboidal oblícuo del tallo del Castaño; 6, el mismo con facetas sobre las aristas agudas, del peciolo del *Cycas revoluta;* 7, célula con un haz de filamentos ó ráfides del *Lemna trisulca;* 8, un ráfide aislado con más aumento; y C, esfero-cristal en una célula hinchada del thalo del *Phallus caninus.* (Según Kuy).

en el ácido acético, y solubles, sin desprendimiento de gas, sin efervescencia, en el ácido clorhídrico.

Los cristales formados en el espesor de la membrana celular difieren de los precedentes por su lugar de formación, y bajo el punto de vista químico pueden estar constituidos por compuestos silicosos, por oxalato de cal y por carbonato de la misma base.

1.° *Cristales silicos* — Sus dimensiones son siempre muy pequeñas, pero pueden llegar á ser extremadamente numerosos y penetrar de tal modo la membrana de las células, que la forma de estas últimas se conserva aún después de haberlas sometido á la acción del fuego : tal sucede, por ejemplo, con las membranas ó carapachos de las Diatomeas. En las plantas vasculares, los depósitos silicosos son sobre todo frecuentes en las paredes cuticularizadas de las células epidérmicas : las Gramíneas, las Equisetáceas, los Bambúes, etc., ofrecen de esto ejemplos muy notables.

2.° *Cristales de oxalato de cal* — Existen ya en el estado de granulaciones irregulares, ya en el de cristales con formas bien determinadas ; no obstante, este último caso es más raro.

3.° *Cristales de carbonato de cal* — Existen en el espesor de las membranas celulares de la base de un gran número de pelos, en los tabiques intercelulares espesados, etc., y, por último, constituyen la masa principal de los *cistolitos*.

Los cistolitos (Fig. 95) resultan del depósito continuo de cristales sobre una masa voluminosa de celulosa, unida á la membrana por un pedículo simple ó ramoso, suspendido en el centro de la cavidad celular que está ensanchada en forma de pera ó extendida transversalmente en forma de T, proveniente de un enorme espesor local de la membrana, y provista de capas concéntricas muy claras.

Se encuentran los cistolitos en ciertas células de la periferia de las hojas y á veces en las células internas, en muchas Urticáceas (Higo, Ortiga, Lúpulo, Cáñamo, etc.) y Acantáceas (*Justicia*, *Ruellia*, etc.). Su forma varía de una planta á otra.

La sustancia cristalina que se encuentra en estado de depó-

sito en la superficie de la epidermis de un gran número de plantas terrestres ó acuáticas, se presenta con más frecuencia en estado de granulaciones que bajo la forma de cristales definidos. Las granulaciones están casi siempre constituidas por carbonato de cal: en algunos casos se ha hallado asociado á

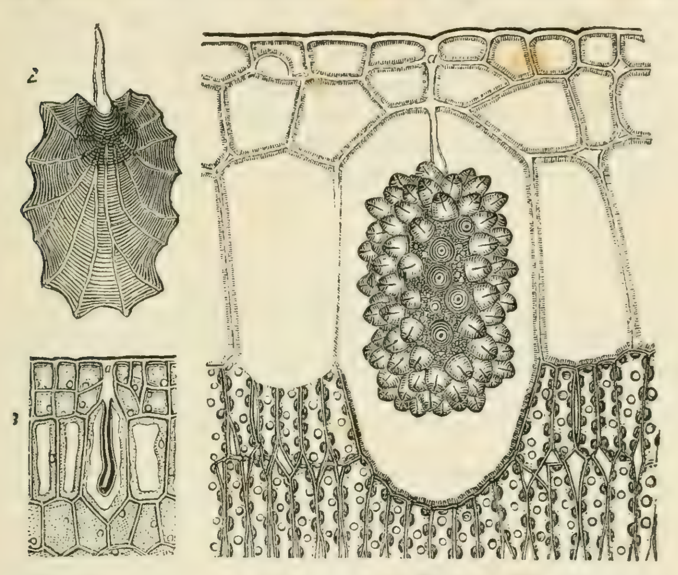


Fig. 95. — Cistolitos: 1, formado en la cavidad de una célula; 2, cistolito aislado; y 3, pedículo sin dilatación. (Según Lemonier).

esta sustancia un poco de sílice, carbonato de magnesia ú óxido de hierro.

Estas cubiertas calcáreas son notables, sobre todo en las plantas acuáticas: se observan en las Caráceas, donde la incrustación se localiza á veces en una serie de zonas anulares; en ciertas Algas marinas de la familia de las Sifonadas (*Acetabularia*, etc.) y principalmente en las Florídeas pertenecientes á las familias de las Coralíneas y Litetamnieas, en donde la incrustación es tan compacta y tan profunda que da á esas plantas la solidez y el aspecto de un coral.

El modo de formación de las cubiertas calcáreas, de que hemos hablado, es poco conocido: en ciertos casos, para las plantas aéreas, es probable que constituya un producto de secreción; es decir, las células exhalarían agua cargada de bicarbonato disuelto, que perdiendo al aire una molécula de ácido carbónico, se haría insoluble y se precipitaría sobre la epidermis; en los demás casos, para las plantas acuáticas, el depósito vendría, sin duda, del exterior, puesto que la asimilación de la célula quitaría una molécula de ácido carbónico al bicarbonato disuelto en el agua ambiente, el cual haciéndose insoluble se depositaría en la superficie de las células.

TANINOS

El ácido tánico, $C^{54} H^{22} O^{34}$, puede ser considerado como el tipo de un cierto número de glucósidos ácidos muy extendidos en el reino vegetal y confundidos ordinariamente bajo el nombre de *taninos.* Estas sustancias existen siempre en estado de disolución en el jugo celular. Se reconoce su existencia por la coloración negrusca, azulada ó verdosa intensa que toman las células que las contienen, bajo la acción de las sales férricas.

El tanino no existe generalmente sino de una manera transitoria: en los frutos, en el período de la madurez, se cambia en azúcar; en muchos casos se transforma en almidón y probablemente en otros cuerpos ternarios.

La nuez de agalla, la corteza de Encina, etc., deben al tanino la astringencia tán pronunciada que poseen.

AZUCARES

Los azúcares figuran entre los productos celulares más extendidos en los vegetales: existen siempre en disolución en el jugo celular.

La más común y la más útil de estas sustancias es la *sacarosa* $C^{12} H^{11} O^{11}$, conocida vulgarmente con el nombre de *azúcar de caña,* porque existe en gran cantidad en la Caña dulce (*Saccharum officinarum*); se saca también en cantidad considerable de la Remolacha (*Beta maritima*); y, en mucha menor proporción, del Arce dulce de los Estados-Unidos (*Acer saccharinum*), del Sorgo (*Sorghum saccharatum*), de diversas especies de Palmeras, etc. La sacarosa existe además en un gran número de frutos, principalmente en los albaricoques, melocotones, ananás, limones, ciruelas, frambuesas, manzanas, peras, melones, dátiles, etc.

En la mayor parte de los frutos, la sacarosa está acompañada de una cierta cantidad de *azúcar intervertido*, que está constituido por una mezcla de *glucosa*, $C^{12} H^{12} O^{12} + 2 HO$, y de *levulosa*, $C^{12} H^{12} O^{12}$.

El azúcar intervertido que también existe en la Caña dulce y en la Remolacha, juntamente con la sacarosa, parece ser producida por la acción de un fermento no bien conocido aún y contenido en las células. Sólo después de haberse transformado en azúcar intervertido, es que la sacarosa se hace susceptible de sufrir la fermentación alcohólica.

La *glucosa* se presenta en un gran número de frutos: en los frutos ácidos se halla asociada á la levulosa, mientras que en los frutos y órganos vegetales neutros está mezclada con la sacarosa.

Un gran número de otros azúcares existen en el estado de disolución en ciertos vegetales. Nos limitaremos á reproducir la lista de los principales, con la clasificación adoptada por A. Wurtz:

1.° *Materias azucaradas compuestas de hidratos de carbono*

A. Fermentescibles: a, teniendo por fórmula $C^{12} H^{12} O^{12}$: Glucosa (Dextrosa), Levulosa, Manitosa, Dulcitosa; b, teniendo por fórmula $C^{12} H^{11} O^{11}$: Sacarosa, Parasacarosa, Melecitosa, Melitosa, Sinantrosa, Trehalosa ó Micosa.

B. No fermentescibles, teniendo por fórmula $C^{12} H^{12} O^{12}$: Eucalina, Sorbina, Quercitosa, Inosita,

2.° *Materias sacaroides que contienen un exceso de hidrógeno*

A. Teniendo por fórmula $C^{12} H^{14} O^{12}$: Manita, Sorbita, Dulcita, Isodulcita, Ramnegita.

B. Teniendo por fórmula $C^{12} H^{12} O^{10}$: Quercita, Pinita.

El origen de las materias azucaradas que se encuentran en los órganos vegetales es aun imperfectamente conocido. Se sabe, sin embargo, con certeza que algunas de ellas resultan de la transformación de productos previamente formados en las células, tales como el almidón, la celulosa, las materias tánicas, etc. Se sabe, por ejemplo, que la glucosa se produce cuando se trata el almidón y otros hidratos de carbono por los ácidos débiles; la glucosa cristalizable puede también ser producida por el desdoble de la salicina, glucósido que se encuentra en el tallo del Sauce y del Alamo; la levulosa es considerada por los químicos como un resultado de la transformación de la inulina; la sorbina y la sorbita son productos del desdoble ó fermentación de un principio contenido normalmente en el jugo del Serbal; y la eucalina resulta del desdoble de la melitosa del *Eucalyptus*.

La simple observación de las modificaciones que se producen en

los frutos durante la madurez demuestra que la sacarosa y la glucosa resultan generalmente de la transformación de las sustancias tánicas ó del almidón. Los frutos que en su madurez son ácidos y azucarados, como las ciruelas, los nísperos, etc., contienen primeramente gran cantidad de principios tánicos que son más tarde reemplazados por el azúcar y los ácidos málico, tartárico, etc. La banana, que en el estado de completa madurez es enteramente azucarada, contiene antes de este período una cantidad de almidón tan considerable, que constituye en algunos países uno de los feculentos más importantes para la alimentación. En ciertos puntos de la costa occidental de Africa, la banana verde, después de haber alcanzado su mayor desarrollo, pero recogida antes de la madurez, reemplaza á las papas y á los cereales de nuestros paises, y sirve para la fabricación de una especie de pan que constituye la base de la nutrición de los indígenas: en el momento de la madurez, la mayor parte de su almidón es reemplazado por el azúcar.

MATERIAS GRASAS

Las materias grasas vegetales se presentan en las células bajo la forma de gotitas más ó menos voluminosas, que se reconocen facilmente cuando tienen cierto volumen por su refringencia; pero cuando son pequeñas y diseminadas en el protoplasma, son poco visibles, y entonces es necesario, para reconocer su existencia, emplear ciertos reactivos: la tintura alcohólica de Alcanna es muy útil con este objeto. Cuando se tratan por este reactivo cortes finos de tejidos, cuyo protoplasma es rico en pequeñas gotitas de materia grasa, por ejemplo, cortes de grano de Ricino, la sustancia que las contiene en alguna cantidad, se colora de rojo cargado; pero si las gotas de aceite son poco numerosas, no se produce la coloración.

Con la ayuda de este reactivo es fácil asegurarse que en los granos ricos de aleurona, como los del Ricino (Tártago), el aceite está situado fuera de los granos de aleurona, en la sustancia protoplásmica que los rodea.

Las materias grasas pueden existir en todos los elementos y órganos, sea aisladas ó mezcladas con otros productos celulares; pero en algunos órganos especiales suelen encontrarse con más generalidad en gran cantidad.

En los granos del Nogal, de la Encina, del Avellano, del Maní, de lo Colza, del Nabo silvestre, del Almendro, etc., el embrión es el que contiene el aceite; mientras que en los granos de la Adormidera, del Ricino, del Crotontiglio, el aceite está contenido en su mayor parte en el albumen. En los granos de Lino, el albumen y el embrión contienen una proporción casi semejante, siendo sus dimensiones casi

iguales. El pericarpio de algunos frutos contiene aceite en gran cantidad, pero las dos únicas plantas utilizadas, bajo este punto de vista, son el *Elæis guineensis*, que suministra el aceite de palma, utilizado en la fabricación de los jabones, y el Olivo (Aceituno), cuyo pericarpio produce el aceite de olivo comestible.

Además de estos cuerpos grasos llamados *aceites* propiamente dichos, existe otro grupo de sustancias grasas sólidas denominadas *mantecas vegetales*. Más ó menos líquidas en las células vivas, se solidifican después de la muerte de estas últimas y no pueden ser extraidas sino por medio del calor.

Tales son, por ejemplo, la *manteca de moscada*, sustancia sólida, amarilla, aromática, suministrada por el albumen del grano del *Myristica fragrans* (Nuez moscada), y la *manteca de cacao*, blanca y aromática, de extructura cristalina, fusible á 30° C, y suministrada por los cotiledones espesos del grano del *Theobroma Cacao*.

Expuestos al aire los cuerpos grasos absorben poco á poco oxígeno, pero de una manera muy diferente, según su naturaleza. En efecto, ciertos aceites se espesan al aire y se cambian poco á poco en una masa transparente amarilla, un poco elástica, teniendo la apariencia de un barniz: en este estado se les llama *secativos*. Deben esta propiedad á la existencia de una oleina especial, la *linoleina*, correspondiente al ácido *linoleico* (aceites de Lino, de Nuez, de Cáñamo, de Adormidera y de Tártago). Los demás aceites, denominados *no secativos ó fijos* permanecen líquidos oxidándose; se enrancian y desprenden ácido carbónico (aceites de Olivo, de almendras dulces, de Nabo silvestre, de avellanas, etc.). Las mantecas se enrancian del mismo modo.

Las diversas materias grasas, cuando se forman en el pericarpio carnoso de un fruto durante su madurez, constituyen sustancias de eliminación, pues la planta no las utiliza en su alimentación, ni sufren en las células ninguna transformación ulterior. Pero cuando se forman y acumulan en los órganos de la vegetación ó en los granos que pasan al estado de vida latente, constituyen una sustancia de reserva para los desarrollos ulteriores: al despertar la vegetación se disuelven poco á poco en las células y desaparecen transformándose.

Poca cosa se sabe aún sobre el modo de formación de las materias grasas vegetales, pero, sin embargo, después de las investigaciones que se han hecho sobre la producción del aceite en el pericarpio de la aceituna, se puede admitir que aquellas resultan de la transformación de principios inmediatos preexistentes en las células, representando estos, sin duda alguna, productos de desasimilación de la sustancia protoplásmica.

CUERPOS ESENCIALES Y RESINOSOS

Constitución general de estos cuerpos—Además de los granos de almidón y los cuerpos grasos, que son compuestos ternarios, el protoplasma produce también unos compuestos binarios, en ciertas células especiales, exclusivamente formados de carbono é hidrógeno, verdaderos carburos de hidrógeno. Estos cuerpos se presentan algunas veces en estado sólido y en cristales á la temperatura ordinaria, por ejemplo, en los pétalos de las Rosas; pero generalmente son líquidos y se presentan en el protoplasma en forma de pequeñas gotitas muy refringentes, aceitosas, volátiles y olorosas: en este caso se les llama *esencias* ó *aceites esenciales*. Estas sustancias son las que dan á los diversos órganos de las plantas, sobre todo á las flores y á los frutos, los perfumes que exhalan. Cuando las células que las producen están aisladas, sobrepuestas á manera de filamento, ó agrupadas formando masas redondeadas, permanecen en el lugar de su formación; pero cuando están dispuestas en serie al rededor de una laguna interior en forma de canal, la esencia exuda á través de la membrana libre y se acumula poco á poco en el canal.

Estos carburos de hidrógeno, á medida que se producen, fijan con más ó menos rapidez, una cierta cantidad de oxígeno ó de agua y dan nacimiento á un compuesto oxigenado dotado de propiedades análogas, pero más fijo, algunas veces sólido á la temperatura ordinaria como el alcanfor, y que queda disuelto en el mismo carburo de hidrógeno: una esencia natural es, pues, generalmente una mezcla de dos aceites volátiles, uno sin oxígeno y otro oxigenado. Pero la oxidación ó la hidratación no siempre se produce completamente, y entonces la esencia queda formada solamente por carburos de hidrógenos, como la esencia de limón; ó bien toda la sustancia se oxida rápidamente, y en este caso la esencia queda completamente oxigenada como el alcanfor que permanece sólido hasta la temperatura de 174°.

Una mayor oxidación produce compuestos más fijos y más diferentes, sólidos á la temperatura ordinaria, que se llaman *resinas*. Cuando, en este caso, una parte de la esencia ha resistido la oxidación, la resina queda disuelta en ella, y entonces la mezcla permanece líquida formando una *oleo-resina*. Si la oxidación se efectúa rápidamente en toda la esencia, se forman en el protoplasma granos y después masas sólidas de resina pura. Como es natural, se observan á la vez en los mismos órganos todos los intermediarios entre los carburos de hidrógeno más volátiles y las resinas más fijas.

Las esencias se acumulan á veces en proporciones considerables en los órganos de las plantas, especialmente en las flores y los frutos. Se las extrae por expresión ó por destilación: los frutos de Anís dan 25 á 70 por 100 de su peso; los de Comino, 9 por 100; y los de Hinojo, 3 por 100.

Propiedades físicas de las esencias — Las esencias son generalmente líquidas y olorosas; su punto de ebullición varía entre 140° y 250°; son poco solubles en el agua, aunque se disuelven lo suficiente para dar su aroma al agua destilada; son solubles en el alcohol, el éter, el sulfuro de carbono y los cuerpos grasos; se diferencian de los cuerpos grasos por su volatilidad y por su solubilidad en el alcohol frío; la mancha que dejan sobre el papel desaparece muy pronto; son menos densas que el agua, variando su densidad de 0,74 á 0,99, con excepción de las esencias de canela y clavo que son más densas que aquella; ora son incoloras, ora coloreadas de amarillo, de oscuro, de azul ó de verde; y, por último, desvían con más ó menos intensidad el plano de polarización de la luz, unas á la derecha y otras á la izquierda, con excepción de algunas, como las de anís y canela, que son inactivas.

Composición y propiedades químicas de las esencias — Las esencias están compuestas, como hemos dicho, de carbono é hidrógeno: la clase más extendida puede expresarse por la fórmula $C^{20} H^{16}$ (Coníferas, Auranciáceas, Mirtáceas, etc.); otras tienen menos hidrógeno, $C^{20} H^{14}$ (esencia de Comino); otras contienen más, $C^{20} H^{18}$ ó $C^{20} H^{20}$ (esencia de Rosa).

En contacto del aire, las esencias se oxidan facilmente y se transforman poco á poco en resinas: la esencia de trementina es la que absorbe más oxígeno.

Las esencias oxigenadas derivan de los carburos de hidrógeno, sea por hidratación, tomando, por ejemplo, dos equivalentes de agua; sea por oxidación ó por sustitución: los carburos $C^{20} H^{16}$ dan el $C^{20} H^{18} O^{2}$ (alcanfor de Borneo del *Dryobalanops canphora*); los carburos $C^{20} H^{14}$ el $C^{20} H^{16} O^{2}$ (alcanfor del Japón del *Laurus canphora*); los carburos $C^{20} H^{18}$ las esencias oxigenadas $C^{20} H^{20} O^{2}$ (esencia de Ruda, alcanfor de Menta).

Las esencias son generalmente neutras, algunas, sin embargo, tienen reacción ácida (esencia de Menta).

Algunas veces el carburo de hidrógeno, en vez de combinarse con el oxígeno ó con el agua, se combina con una cierta cantidad de azufre y da así un aceite esencial sulfurado: esencia de Ajo ($C^{6} H^{5} S$).

Propiedades de las resinas — Las resinas son cuerpos sólidos más ó menos coloreados, generalmente duros y quebradizos, á veces cristalizados, insolubles en el agua, solubles totalmente ó en parte en el alcohol, en el éter y en las esencias; se funden á una temperatura poco elevada, pero no son volátiles. Una resina natural es con frecuencia una mezcla de varias resinas de composición y propiedades diferentes. Se las obtiene, sea directamente por incisión, sea por destilación de las oleo-resinas.

Las resinas son poco conocidas bajo el punto de vista químico: derivan de los carburos de hidrógeno y de las esencias oxigenadas por hidratación ó por oxidación; generalmente son neutras, aunque hay algunas que se comportan como los ácidos débiles y forman combinándose con los álcalis jabones insolubles, llamados *jabones de resinas.* Algunas de ellas deben la acidez al ácido benzoico $C^{14} H^{6} O^{4}$ y al ácido cinámico $C^{18} H^{8} O^{4}$ que contienen — son los *bálsamos* de algunos autores: — la resina del *Styrax benzoin* (benjuí), la del *Styrax officinale* (estoraque), la oleo-resina del *Myroxylon toluiferum* (bálsamo del Tolú).

Cautchuco — El *cautchuco* es otro carburo de hidrógeno, bastante extendido en las plantas, que se distingue de los aceites esenciales por propiedades bien determinadas: se presenta en el protoplasma de ciertas células especiales en forma de pequeños glóbulos sólidos, que permanecen en suspensión dando al contenido un aspecto lechoso. Dejando reposar este jugo lechoso extendido en el agua, todos esos glóbulos vienen á la superficie y se reunen formando una masa amorfa y elástica; también puede obtenerse dejando desecar al aire el jugo lechoso. El cautchuco es soluble en el sulfuro de carbono, la benzina y el cloroformo; su composición se expresa por la fórmula $C^{10} H^{8}$. El cautchuco de la India proviene especialmente del *Ficus elastica*, y el de la América especialmente del *Siphonia elastica.* Esta sustancia es una de las más

preciosas, de las más útiles, que el reino vegetal ha ofrecido á la industria humana.

Las Sapoteas producen una sustancia muy parecida al cautchuco, pero más densa que el agua: es la *gutaperca*, que viene del Borneo y Sumatra, y que se extrae del *Isonandra gutta*; es también la *balata*, de color rojo y más elástica que la gutaperca, que viene de la Guyana extraida del *Mimusops balata*.

FUNCIÓN DE LOS CARBUROS DE HIDRÓGENO Y DE SUS DERIVADOS — Los carburos de hidrógeno y sus derivados, esencias oxigenadas ó sulfuradas, oleo-resinas y resinas, producidos por la actividad del protoplasma de ciertas células especiales, no parecen tener ninguna función en la vida de la planta: son productos de eliminación y no materiales de reserva. El hombre, al contrario, los utiliza en las artes, la industria y la medicina.

LATEX

El *látex* es un líquido formado en ciertos elementos anatómicos especiales — que estudiaremos más adelante con el nombre de *vasos laticíferos* — de una composición química tan variable que no es posible asignarle propiedades características comunes: es muy rico de agua, con el microscopio se observa que está constituido por un líquido que tiene en suspensión gotitas de materias grasas, algunas veces granos de almidón, y sirve de disolvente de los alcaloides y de las sales orgánicas é inorgánicas; generalmente blanco lechoso, á veces tiene un color verdoso, amarillo ó rojo.

El látex desecado de la Adormidera (*Papaver somniferum*) constituye el opio; el de la Lechuga el lactucario; y el de ciertas Euforbiáceas y Artocarpeas el cautchuco, que ya hemos estudiado.

Se ha discutido mucho sobre la función del látex: la opinión que parece concordar con los hechos observados, es que estos líquidos después de haber sido segregados por las células, son en su mayor parte vueltos á tomar por la planta y sirven, ya directamente para su nutrición, ya para la producción del calórico necesario á todos los seres vivientes. En efecto, se sabe que las cápsulas de la Adormidera son, antes de la madurez completa de sus granos, ricas de látex, las cuales contienen en abundancia principios activos, mientras que después de la madurez completa del fruto, el látex es menos abundante y ha perdido una considerable proporción de sus alcaloides. De este hecho es permitido concluir, entonces, que el látex ha sido utilizado para el desa-

rrollo de los granos, sea que haya servido directamente á su nutrición, sea que sus principios hayan sido transformados en aceite que se acumula luego en las células del albumen, sea que hayan sido oxidados para producir calor, sea, por último, que hayan servido según su naturaleza á uno ú otro de estos tres usos.

DIASTASAS

El jugo celular contiene frecuentemente en disolución diversas sustancias azoadas neutras, precipitables por el alcohol, dotadas de la propiedad general de desdoblar, hidratándolas, ciertas materias complejas y de transformarlas de este modo en compuestos más simples. Además, si estas materias eran insolubles, las hace solubles en su nueva forma. Basta también una pequeña cantidad de estas sustancias para transformar una gran cantidad de aquellas materias.

Una de aquellas sustancias azoadas ataca los granos de almidón en un medio débilmente ácido y los disuelve desdoblándolos, como se ha dicho anteriormente, en dextrina y maltosa: ésta es la *diastasa*, el más antiguo y mejor conocido de todos estos cuerpos, el más extendido también, y el que puede servir de tipo á todos los demás.

Otra obra sobre el azúcar de caña, la hidrata y la desdobla en glucosa y levulosa, cuya mezcla en pesos iguales se designa con frecuencia con el nombre de *azúcar intervertido*: es la *invertina*. Se la encuentra en las plantas más diversas, en las Fanerógamas, principalmente en las células de los nectarios, así como en los Hongos. Puede, sin embargo, en un mismo género desarrollarse en ciertas especies y faltar en otras: existe, por ejemplo, en ciertos *Saccharomyces* y principalmente en la Levadura de la cerveza (*S. cerevisiæ*) en donde ha sido descubierta, mientras que otros Hongos del mismo género (*S. apiculatus*, etc.) carecen de ella; se la encuentra en el *Penicillium* y falta en el *Mucor*.

Otra ataca las materias albuminóideas insolubles, en un medio débilmente ácido, las hidrata, las desdobla y las transforma en una sustancia soluble llamada *peptona*: es la *pepsina*. Esta sustancia, poco estudiada hasta el presente en las plantas, ha sido recientemente hallada en vegetales muy diversos, principalmente en ciertas Bacterias, en el plasmodio de ciertos Mixomicetes (*Fuligo septica*), en ciertos granos (Lino, Cáñamo, Arveja, en los pelos glandulosos y en el líquido que éstos segregan en las plantas llamadas carnívoras (Dionea, Rosolí ó Rosa del sol), en el látex del higo y en el del Papayero. Existen, sin duda, tantas pepsinas y peptonas diferentes como materias albuminóideas distintas.

Otra ataca las materias grasas, las hidrata y las desdobla en glicerina y ácido graso correspondiente, en una palabra, las saponifica: se

puede denominarla *saponasa*. Esta sustancia, aunque todavía no ha sido aislada, parece, sin embargo muy extendida: existe principalmente en ciertos *Saccaromyces* (*S. olei*) y en muchos otros Hongos (*Penicillium, Chæctomiun, Verticillium*) que desarrollándose en el aceite y emitiendo gotitas de jugo celular, lo saponifican con más ó menos rapidez.

Otras diastasas tienen una acción más limitada: tal es la *emulsina*, que se encuentra en un gran número de Amigdaleas, la cual hidrata la *amigdalina* que contienen los granos de muchas de estas plantas y principalmente las almendras amargas, las hojas del Laurel-cerezo, los retoños jóvenes de diversas ciruelas, y la desdobla en glucosa, esencia de almendras amargas y ácido cianhídrico; desdobla también la *salicina* del Sauce y del Alamo en glucosa y *saligenina*; la *esculina* del Castaño en glucosa y *esculetina*; la *coniferina* de las Coníferas en glucosa y *alcohol coniferílico*, etc. Tal es también la *mirosina* contenida en los granos de Mostaza, la cual hidrata el ácido mirónico del mironato de potasa, contenido en los granos de Mostaza negra, y lo desdobla en glucosa, esencia de mostaza y ácido sulfúrico. Tal es también la sustancia que ataca ciertas variedades de celulosa y disuelve, hinchándolas, las membranas celulares constituidas por aquella: puede denominársela *celulosina*, no habiendo sido todavía aislada. Se la encuentra especialmente en el Amilobacter, pero existe también en las Peronospóreas y otros Hongos parásitos en los tubos polénicos.

El jugo celular puede contener otros muchos principios análogos, hasta el presente desconocidos, dotados de obrar en pequeña cantidad sobre una masa considerable de otras sustancias para hidratarlas y desdoblarlas: puede reunírselas en conjunto bajo la denominación general característica de *diastasas*.

Las diastasas desempeñan, como se ha visto, un papel importantísimo en la química de la célula. Se ignora hasta ahora su composición química, así como la manera de derivarse de los cuerpos albuminóideos á los cuales se aproximan. El mecanismo de su acción es todavía muy poco conocido, y sólo podemos formarnos una idea de ella comparándola al papel que desempeña el ácido sulfúrico en la eterización del alcohol.

PEPTONAS — Juntamente con la pepsina, el jugo celular posee en disolución los principios azoados que resultan de la acción de esta sustancia sobre las diversas materias albuminóideas insolubles del protoplasma, es decir, las diversas peptonas correspondientes: se las encuentra, por ejemplo, en las plántulas de Altramuz en germinación, pero hasta el presente se las ha buscado y estudiado muy poco.

AMIDOS

La mayor parte de los compuestos azoados disueltos en el jugo celular pertenecen á la gran clase de los amidos, que representan un grado más avanzado, en la hidratación y desdoble de las materias albuminóideas, que las peptonas, que forman el primer eslabón.

ESPARRAGINA — El más extendido de estos cuerpos, el que desempeña un papel más importante, es la *esparragina*, $C^8 H^8 Az^2 O^6$. Esta sustancia se encuentra en todas las plantas, en todos sus órganos, y en todas las épocas de su desarrollo; pero si su producción es constante, en cambio su existencia es generalmente efímera.

Para observar la esparragina y caracterizarla, basta humedecer el corte de un tejido, cuyo jugo celular la contenga aunque sea en pequeña cantidad, con alcohol absoluto, y en seguida estudiarla con el microscopio después de la evaporación del alcohol: siendo insoluble en el alcohol se precipita y se deposita en la forma de cristales prismáticos en el tejido mismo ó en torno de la preparación. Estos cristales, de dimensiones muy variables, pero generalmente bastante grandes, pertenecen al sistema de prismas romboidales rectos; calentados á 100° pierden su agua de cristalización y se transforman en otras tantas pequeñas gotitas claras, homogéneas, muy refringentes, con aspecto de aceite, pero fácilmente solubles en el agua; hacia 200° se descomponen con desprendimiento de gas y dejan una gotita oscura insoluble en el agua. Estos cristales son naturalmente insolubles en una solución saturada de esparragina; este líquido disuelve, al contrario, como lo hace el agua pura, los otros cuerpos cristalizados que el alcohol habrá podido extraer del jugo celular y precipitar al mismo tiempo que la esparragina: de ahí un método para su investigación, pues, si los cuerpos precipitados desaparecen en aquel líquido, es una prueba que el tejido examinado no contiene esparragina.

Bajo la influencia del agua sola á una temperatura elevada, por la ebullición con los álcalis ó con los ácidos extendidos, la esparragina absorbe dos equivalentes de agua y se desdobla en ácido espártico y en amoniaco: $C^8 H^8 Az^2 O^6 + 2 HO = C^8 H^7 Az^2 O^8 + Az H^3$. Esta hidratación y desdoble no parece efectuarse en las células vivas: la esparragina se acumula en ellas, en efecto, sin transformarse nunca en ácido espártico.

La esparragina proviene, al menos en la mayoría de los casos, de la descomposición, por una serie de desdobles, de las materias albuminóideas del protoplasma. En efecto, bajo la influencia del ácido sulfúrico extendido, ó mejor por la acción del hidrato de barita á una temperatura elevada, las materias albuminóideas sufren una serie de

hidrataciones y de desdobles, produciendo desde luego la *glucoproteína*, la que á su vez hidratándose y desdoblándose da, finalmente, entre otros productos, el ácido espártico y el amoniaco. Es muy probable que esta última reacción comprenda dos fases sucesivas: que en la primera, la glucoproteína se desdoble en productos de los cuales uno es la esparragina; y que en la otra, esta sustancia hidratándose y desdoblándose de nuevo dé el ácido espártico y el amoniaco. En la célula vegetal, parecen efectuarse las mismas reacciones, pero por un mecanismo diferente, que desde las peptonas en adelante es todavía desconocido, pero que reposa sin duda en la formación de diastasas especiales que continúan la acción de la pepsina; pero aunque así sea, el desdoble no va tan lejos, pues deteniéndose en la última etapa, sólo llega hasta la esparragina, la cual queda en libertad.

En presencia de las sustancias ternarias, hidratos de carbono, por ejemplo, la esparragina se combina con ellas, apenas formada, para regenerar los principios albuminóideos: desaparece entonces á medida que se produce, y sólo con mucha dificultad puede constatarse su presencia. Cuando no existen las sustancias ternarias, la esparragina se acumula cada vez más en el jugo celular, y entonces es fácil extraerla en gran cantidad; pero si después aparecen aquellas sustancias en las células, como sucede en las plántulas de las Leguminosas, cuando vegetan en la luz y llegan á florecer y fructificar, la esparragina se combina con ellas poco á poco, regenera nuevamente las materias albuminóideas, y por último desaparece.

Glutamina. Leucina. Tirosina — Bajo la acción del hidrato de barita á una alta temperatura, las materias albuminóideas producen además del ácido espártico y del amoniaco correspondiente á la esparragina, el ácido glutámico y el amoniaco correspondiente á la glutamina, la leucina y la tirosina. Ahora bien, si por algún mecanismo diferente las sustancias albuminóideas del protoplasma de la célula viva tuvieran un desdoble análogo á aquél, lo que parece atestiguar la producción de la esparragina, deberían encontrarse también aquellos cuerpos disueltos en el jugo celular. En efecto, esto tiene lugar: la esparragina siempre está acompañada, en proporciones variables según los casos, de la glutamina, de la leucina y de la tirosina.

La glutamina, $C^{10} H^{10} Az^2 O^6$, es un cuerpo que tiene la misma composición que la esparragina, que se hidrata, como ella, por la ebullición con el ácido sulfúrico extendido, y que se desdobla en ácido glutámico, $C^{10} H^9 Az O^8$, y en amoniaco. Se la encuentra principalmente en las plántulas de Calabaza, donde forma 2 por 100 de la sustancia seca.

La leucina, $C^{12} H^{13} Az O^4$, cristaliza en el alcohol en forma de laminitas nacaradas untuosas menos densas que el agua. Se encuentra en gran cantidad con la esparragina en las plántulas de diversas Leguminosas, principalmente del Algarrobo.

La tirosina, $C^{18} H^{11} Az O^{6}$, se precipita por el alcohol, obrando sobre un corte de tejido, en forma de finas agujas, suaves al tacto, aisladas, ó agrupadas á manera de pincel ó de estrella : esta forma la distingue de los cristales de esparragina que se forman á su lado bajo las mismas condiciones.

Estas tres sustancias azoadas, que están asociadas á la esparragina, tienen el mismo origen y el mismo destino que ésta : se acumulan como ella á los tejidos que carecen de sustancias ternarias, y desaparecen del mismo modo, para regenerar las sustancias albuminóideas del protoplasma, cuando aquellas existen. Estos cuatro cuerpos pueden, por otra parte, quedar en reserva para los desarrollos ulteriores; por esto es que las raíces de la Remolacha contienen la glutamina, y los tubérculos de la Patata y las almendras la esparragina.

DEXTRINAS. GOMAS

Dextrinas — En todos los órganos en curso de vegetación y en todas partes donde el almidón anteriormente formado se encuentre en vía de reabsorción bajo la influencia de la diastasa, el jugo celular contiene en disolución diversas dextrinas, y principalmente la dextrina propiamente dicha, $C^{12} H^{10} O^{10}$, último término de la acción de la diastasa sobre el almidón, como lo hemos indicado anteriormente. Esta sustancia es vitrosa, incolora ó amarillenta, insoluble en el éter, higrómetra, y muy soluble en el agua, á la cual comunica una cierta viscosidad. Esta disolución desvía mucho á la derecha el plano de polarización : de ahí su nombre de dextrina.

Se puede considerar á la dextrina como la forma principal bajo la cual la materia amilácea pasa de célula en célula, sea para dar á las regiones en vía de crecimiento los elementos necesarios para la formación de las membranas celulares, sea para constituir nuevas reservas nutritivas lejos del punto en que ha tenido lugar la primera acumulación. Su función es muy importante, y por lo mismo es de admirar que su estudio haya sido tan descuidado.

Gomas — Las gomas se encuentran en muchas plantas : existen en disolución más ó menos espesa y mucilaginosa en

el jugo celular (raíces tuberculosas de muchas Orquídeas, raíces de Altea, de Saponaria, de Consuelda, corteza y médula del tallo de las Cacteas, etc.), y de ahí pueden salir atravesando la membrana para ocupar los espacios intercelulares, como se ve en los canales gomíferos del tallo y de las hojas de las Cicádeas; pero algunas veces toman nacimiento en las mismas membranas por una transformación de estas mismas, como lo hemos visto anteriormente.

Estas gomas, y principalmente la *arabina* (esencia de goma arábiga) de las Acacias, que es el tipo principal, tienen la misma composición química que la inulina y la dextrina: lo mismo que la inulina, son levógiras con un poder rotatario de — 36°; por la ebullición con los ácidos extendidos, se hidratan y se transforman en levulosa — es probable que esta transformación tenga lugar en la célula viva bajo la influencia de alguna diastasa; — el ácido nítrico las oxida á la temperatura de la ebullición y las hace producir ácido múcico $C^{12} H^{10} O^{16}$.

A las gomas puede aproximarse la *viscina*, materia viscosa y muy encolante que existe en gran cantidad en los frutos del Muérdago, en las raíces del Viborno, en la corteza del Acebo, en los receptáculos fructíferos del *Atractilis*, etc.: sirve para la fabricación de la *liga* (pega-pega).

También deben aproximarse á las gomas las materias pécticas que dan igualmente ácido múcico bajo la influencia del ácido nítrico: son probablemente combinaciones de arabina, ó de otra goma isómera, con otros principios. La *pectina* existe en disolución en el jugo celular de un gran número de frutos maduros (peras, manzanas, etc.); bajo la influencia de una diastasa especial, la *pectaxa*, se transforma en un ácido gelatinoso, el *ácido péctico*: este cambio es lo que constituye la jalea de los jugos de ciertos frutos.

GLUCOSIDOS

Los *glucosidos* pueden aproximarse á las sacarosas: son, en efecto, cuerpos neutros ó débilmente ácidos que, bajo la influencia de los ácidos extendidos ó de ciertas diastasas, se hidratan y se desdoblan lo mismo

que las sacarosas; pero en lugar de producir dos glucosas, producen glucosa ordinaria y uno ó varios cuerpos neutros ó ácidos. Varios de estos glucosidos se encuentran en disolución en el jugo celular de un gran número de plantas.

La *salicina* $C^{26} H^{18} O^{14}$ se encuentra en el tallo del Sauce y del Alamo, en las yemas florales de la Espirea ulmaria, etc.: es una sustancia muy amarga, dextrógira, que cristaliza en forma de agujas muy brillantes; por la ebullición con los ácidos sulfúrico y clorhídrico muy extendidos, ó por la acción de la *emulsina* á la temperatura ordinaria, se hidrata y se desdobla en glucosa y *saligenina* $C^{14} H^{8} O^{4}$. La *floricina* $C^{42} H^{24} O^{20}$ contenida en la corteza del Peral, del Manzano, del Ciruelo, del Cerezo, etc., es levógira, ligeramente amarga, y los ácidos extendidos la desdoblan en glucosa y *floretina* $C^{30} H^{14} O^{10}$.

La *esculina* $C^{30} H^{16} O^{18}$, contenida en la corteza del tallo del Castaño, en la raiz del *Gelsemium sempervirens*, etc., da soluciones acuosas extremadamente fluorescentes, y bajo la influencia de los ácidos ó de la emulsina se hidrata y se desdobla en glucosa y en *esluletina* $C^{18} H^{6} O^{8}$.

La *arbutina* $C^{24} H^{16} O^{14}$, contenida principalmente en las hojas del *Arctostaphylos uva-ursi*, se desdobla por los ácidos ó la emulsina en glucosa y en *hidroquinon* $C^{16} H^{6} O^{4}$. La *coniferina* $C^{32} H^{22} O^{16}$, contenida en el tallo de diversas Coníferas (Alerce, Abeto, etc.), es levógira, amarga, y se desdobla bajo la influencia de la emulsina en glucosa y en *alcohol coniferílico* $C^{20} H^{12} O^{6}$.

Todavía se puede citar la *rubia* de la Granza que se desdobla en glucosa y en un principio colorante rojo, la *alizarina*; la *digitalina* de la Digital, sustancia amarga y muy venenosa, que se desdobla en glucosa y en otro cuerpo apenas entrevisto; la *saponina*, sustancia abundante en las raíces de la Saponaria y del *Gypsophila Struthium*, que contienen de 25 á 35 por 100 de sus pesos, en la corteza del tallo del *Quillaja semegmadermos* (una Rosácea de Chile), y en el *Chrysophyllum glyciphæum* una (Sapotea del Brasil), etc., es tóxica, comunica al agua la propiedad de formar una especie de crema persistente, siendo empleada por esto para la limpieza de telas, y se desdobla en glucosa y *sapogenina*; la *fraxina* del Fresno; la *convallarina* del Lirio de los valles; la *dafnina* del Dafne; la *convolvulina* del *Convolvulus Schiedeanus, etc., etc.*

Otros glucosidos producen, hidratándose por los ácidos ó por las diastasas, además de la glucosa, varios otros principios. Tal es la *amigdalina* $C^{40} H^{27} Az O^{22}$, contenida en los granos de un gran número de Amigdaleas, en las hojas del Laurel-Cereso y de diversos Ciruelos, etc.: sometida á la acción de los ácidos ó á la de la emulsina que la acompaña en las almendras, se hidrata y se desdobla en glucosa, esencia de almendras amargas $C^{14} H^{6} O^{2}$, y ácido cianhídrico $C^{2} H Az$. Lo mismo sucede con el ácido mirónico $C^{20} H^{19} Az S^{2} O^{20}$, ácido azoado y sulfurado que, contenido en los granos de la Mostaza negra en estado de mirona-

to de potasa, se hidrata bajo la influencia de la mirosina que le acompaña y se desdobla en glucosa, esencia de mostaza C^8 H^5 Az S^2 y ácido sulfúrico.

ALCALIS Y ACIDOS ORGANICOS. SALES MINERALES

ÁLCALIS ORGÁNICOS — El jugo celular contiene á veces en disolución un gran número de álcalis azoados — alcaloides — ordinariamente cuaternarios, dotados con frecuencia de propiedades activas que los hacen útiles á la medicina: las Papaveráceas contienen una infinidad de ellos, siendo los principales la *morfina* C^{34} H^{19} AzO^6, la *narceína*, la *codeína* C^{36} H^{21} AzO^6, la *narcotina*, la *papaverina* y la *tebaína*; las Quinquinas también contienen muchos, siendo los principales la *quinina* C^{40} H^{24} Az^2 O^4 y la *cinconina* C^{40} H^{24} Az^2 O^2; las Solanáceas producen tres, la *atropina* (de la Belladona), la *nicotina* (del Tabaco) notable porque no tiene oxígeno, y la *Hiosciamina* (del Beleño) ; las Loganiáceas, la *estricnina* C^{42} H^{22} Az^2 O^4, la *brucina* y la *igasurina;* la *cafeína* del Café, del Té y de la Yerba-mate; la *teobromina* del Cacao ; la *aconitina* del Acónito ; la *cicutina* de la Cicuta ; y un gran número de otros.

ÁCIDOS ORGÁNICOS — La reacción más ó menos ácida que tiene el jugo celular es debida á una serie de ácidos orgánicos, de los cuales los principales son los siguientes : el ácido agállico C^{14} H^6 O^{10} contenido en las hojas del Zumaque (*Rhus coriaria*) y del Uvaduz (*Arctostaphylos uva-ursi*), en las flores del Arnica, en algunos Robles (*Quercus Ægylops*), en los granos del Manga (*Mangifera indica*), etc. ; el ácido cítrico C^{12} H^8 O^{14}, en la mayor parte de los frutos ácidos y particularmente en el limón, la naranja y la grosella ; el ácido tartárico, C^8 H^6 O^{12}, en la mayor parte de los frutos ácidos y principalmente en la uva ; el ácido málico, C^8 H^6 O^{10}, unido á los dos anteriores y en mayor cantidad que éstos en las serbas ; el ácido acético, C^4 H^4 O^4, que se encuentra en los embriones de los granos ; el ácido oxálico, C^4 H^2 O^8, que se encuentra libre en las plantas grasas (Crasuláceas, Mesembriantemeas y

Cacteas), en los pelos glandulosos del *Cicer arietinum*, siendo muy extendido en estado de oxalatos. Otros más raros son el ácido benzoico, $C^{14} H^{6} O^{4}$, en la Vainilla, el Benjuí, etc.; el ácido fórmico, el más simple de todos, $C^{2} H^{2} O^{4}$, en los pelos urticantes de diversas plantas (Ortigas, etc.) — al cual deben con mucha probabilidad sus propiedades irritantes — en las hojas del Abeto, del Jubarbo, etc.

Sales minerales — El jugo celular contiene también en disolución diversas sales minerales solubles que la planta ha absorbido en el medio exterior, y que son la fuente en que toma los elementos necesarios para la edificación de su cuerpo: nitratos, sulfatos, fosfatos, silicatos, cloruros, de potasa, de soda, de magnesia, de cal, de hierro, etc.; se encuentran además diversos carbonatos y bicarbonatos alcalinos, provenientes de la unión de estas bases con el ácido carbónico que incesantemente produce el organismo de la planta.

GÉNESIS DE LAS CÉLULAS

Las células no se han formado por sí mismas. La generación espontánea ó heterogénea no existe, y no tiene en su apoyo, como veremos más adelante, ningún hecho verdaderamente científico. Así como Harvey, hablando del origen de los seres, dijo: *omne vivum ex ovo*, Claudio Bernard, hablando del origen de la célula, ha dicho: *omnis cellula ex cellula.*

Esto supuesto, pasamos á estudiar el origen y el modo de formación de las células.

Carácter general de la formación de las células y sus diversos modos — El cuerpo protoplásmico de la célula proviene siempre del cuerpo protoplásmico de una célula anterior, y cuando posee un núcleo éste deriva también de un núcleo preexistente; en otros términos, ni el protoplasma ni el núcleo de la célula nacen, propiamente hablando, sino que sólo se continúan.

Esta ley general se cumple de tres modos diferentes, que constituyen otros tantos tipos de formación celular: por *renovación*, cuando el protoplasma de la célula madre á consecuencia de un trabajo interior que le rejuvenece, por así decirlo, produce una célula nueva, sin aumentar ni disminuir el número de las células; por *fusión*, cuando los cuerpos protoplásmicos de muchas células se unen y se confunden en uno solo, disminuyendo por consiguiente el número de aquellas; por *multiplicación*, cuando el protoplasma de la célula madre produce, dividiéndose, muchos cuerpos protoplásmicos nuevos, en cuyo caso el número de las células aumenta. Este último tipo es el más frecuente y el que presenta mayor número de modificaciones secundarias.

Una misma planta puede emplear sucesivamente, en el curso de su vida, estos diversos modos de formación celular: el huevo ú oósporo de una Criptógama se forma por *fusión*, pero al salir de la vida latente forma por *renovación* una célula cuya *multiplicación* repetida produce el talo; más tarde cuado este talo llega al estado adulto, forma también por renovación los dos cuerpos protoplásmicos que, fusionándose, constituyen el nuevo huevo.

RENOVACIÓN — La renovación puede ser *total* y *parcial:* total, cuando el cuerpo protoplásmico de la célula antigua forma completamente la célula nueva; *parcial*, cuando sólo una parte del protoplasma primitivo se emplea para formar el cuerpo de la célula hija, sirviendo el resto ya para nutrir á ésta en los primeros momentos, ya para desempeñar algún papel útil á su desarrollo ulterior.

1.° *Renovación total* — La formación de los zoósporos de los *Œdogonium* nos ofrece un bello ejemplo (Fig. 96). Todo el protoplasma de una célula del filamento separándose de la membrana y expulsando su jugo celular que se aloja entre aquél y ésta, se contrae formando una masa oval (Fig. 96, A); al mismo tiempo, la disposición de estas diversas partes al rededor del núcleo conservado se modifica profundamente; des-

pués, la membrana se rasga en la parte superior en dos segmentos desiguales por una hendidura circular transversal, quedando de este modo el zoósporo en libertad. Cuando el zoósporo sale, se deforma y se alarga perpendicularmente á su dirección primitiva (B). Dicho zoósporo posee debajo de su extremidad hialina, llamada *rostro*, que es anterior durante el movimiento, una corona de numerosas pestañas vibrátiles (C). Terminado el movimiento, el zoósporo se fija por esta extremidad, la cual crece y se ramifica en forma de garfios, al mismo tiempo que la célula desnuda casi hasta entonces se rodea de una membrana celular (D); la extremidad opuesta crece en seguida para formar el talo. La corona de pestañas se forma en la célula madre, no arriba ó abajo sino sobre uno de los lados del cuerpo protoplásmico nuevo (A y E), el cual, como se ha visto, se deforma al salir. Por consiguiente, éste posee en el espacio una orientación completamente diferente de la anterior, puesto que la sección transversal de la célula primitiva es la sección longitudinal de la nueva célula y de la planta que de ésta proviene. La materia, al menos en lo que nos es posible juzgar, permanece la misma, pero su disposición es diferente. Este carácter es decisivo: evidente en el ejemplo actual, se presenta con más ó menos claridad en todos los casos análogos, y basta para demostrar que la renovación es sólo una formación de célula nueva.

2.° *Renovación parcial* — La formación de las anterozoides de las Caráceas, de las Muscíneas y de las Criptógamas vasculares eslabona la renovación total á la renovación parcial. En todos estos casos, el núcleo de la célula madre se disuelve en el protoplasma, el cual se contrae formando una masa ovóidea; luego después éste se condensa en la periferia bajo la forma de una cinta espiralado homogénea y muy refringente, provista de pestañas en su parte anterior, constituyendo lo que se denomina el anterozoide. Formado el anterozoide, hay casos en que no queda en la célula madre señal alguna del protoplasma, siendo, por consiguiente, total la renovación: tal es el caso de las Caráceas. En otros, subsiste en el centro una capa delgada

de protoplasma que rodea una vesícula en la cual están suspendidos diversos gránulos, y principalmente gránulos de almidón; esta vesícula está envuelta por el anterozoide, el cual después de su salida de la célula madre la arrastra por algún tiempo en su movimiento, unida á su extremidad posterior: ésta es una renovación parcial (Helechos, Equisetáceas, Licopodiáceas). Sin embargo, el fenómeno es más notable aun en el *Marsilia*, en el cual queda sin empleo no sólo la parte vesicular central sino también la capa periférica del protoplasma.

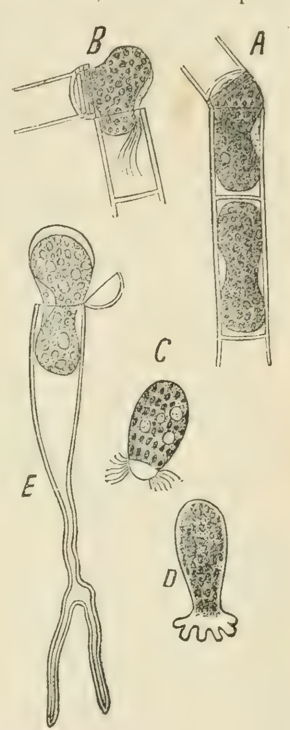


Fig. 96. — *Œdogonium*. A, formación de los zoósporos por renovación total; B, salida del zoósporo; C, el mismo en movimiento con su corona de pestañas; D, el mismo fijo por grampas y germinando; E, renovación total de un joven *Œdogonium* entero, bajo la forma de zoósporo, (según Pringsheim).

Fusión — La formación de una célula por fusión puede tener lugar de dos modos diferentes: anastómosis y conjugación.

1.° *Anastómosis* — La anastómosis se verifica cuando dos células, provistas de membrana y completamente semejantes, llegan á tocarse, y reabsorbiendo sus dos membranas en los puntos de contacto confunden sus dos cuerpos protoplásmicos en uno solo. El volumen de la célula nueva así constituida es igual á la suma de los volúmenes de las dos células fusionadas. Un gran número de células pueden de este modo aproximarse progresivamente, unas hacia otras, hasta concluir por confundirse en una gran célula reticulada. Estas anastómosis son muy frecuentes en el talo de los Hongos, de

los órdenes de los Ascomicetes y Basidiomicetes; se verifican también en algunas partes del cuerpo de las plantas vasculares, en las cuales dan nacimiento principalmente, como veremos más adelante, á las redes laticíferas (diversas Compuestas, Aroideas, etc.). Se denomina, en general, *simplasto*, á un conjunto, semejante al descrito, de células anastomosadas. También se verifica la anastómosis, cuando las células desnudas y dotadas de movimientos amibóideos de los Mixomicetes, semejantes entre sí, se unen sucesivamente en un gran número para formar el plasmodio de estas plantas (Fig. 97).

En resumen, la anastómosis tiene lugar entre células semejantes, que se unen sin contracción.

2.° *Conjugación* — La conjugación tiene lugar cuando dos células desnudas, por algo diferentes, se unen y se penetran entre sí, hasta el punto de desaparecer como tales y de fundirse formando una masa esférica ú ovóidea que tarda poco en rodearse por una membrana propia. El signo más aparente de esta penetración recíproca es una contracción que tiene por resultado hacer el volumen de la célula nueva más pequeño que la suma de los volúmenes de las dos células fusionadas, siendo apenas mayor que una de ellas, si son iguales, y menor que la más grande, si una de ellas es muy pequeña. Esta contracción es el signo cierto de una combinación efectuada entre los dos cuerpos protoplásmicos; combinación que engendra nuevos caracteres, haciendo desaparecer á los antiguos, y que produce de este modo una célula realmente nueva. La conjugación es, pues, el único modo de formación celular que engendra verdaderamente una nueva célula.

En resumen, la conjugación tiene lugar entre células diferentes que se combinan con contracción.

El huevo, es decir, la célula primordial, la célula madre de la planta se forma siempre por conjugación, siendo por otra parte la única célula que se produce de este modo. En las Fanerógamas este fenómeno permanece hasta ahora oscuro, como lo veremos en su lugar, pero en las Criptógamas se verifica con mucha claridad.

La diferencia entre los dos cuerpos protoplásmicos que se combinan es variable en las diversas plantas: á veces es pequeña y poco notable, no apreciándose ni en el tamaño, ni en la forma, ni en su movilidad, *conjugación igual;* otras veces, es grande y muy aparente, pudiéndose apreciar con claridad tanto en el tamaño como en la forma y la movilidad, *conjugación diferenciada.*

a. Conjugación igual— La conjugación igual ó conjugación

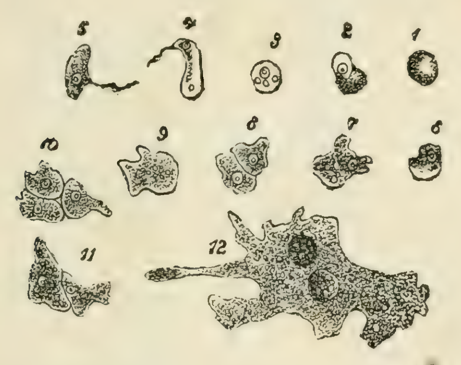


Fig. 97. — *Physarum album:* 1, esporo; 2 y 3, salida del cuerpo protoplásmico; 4 y 5, transformación de éste en zoósporo con una pestaña; 6 y 7, pierde su pestaña y se convierte en amiba; 8, 9, 10 y 11, fusión progresiva de las mixoamibas; 12, en plasmodio joven. (Cienkowski).

propiamente dicha se efectúa ya entre dos masas protoplásmicas inmóviles, ya entre dos cuerpos protoplásmicos ciliados, libres y móviles, análogos á los zoósporos.

Como ejemplo del primer caso tomaremos una Espirogira (Fig. 98). Dos filamentos se aproximan y se disponen paralelamente; las células que se corresponden emiten la una hacia la otra protuberancias laterales, que crecen hasta encontrarse; luego después, el cuerpo protoplásmico de cada una de las dos células se contrae, se separa completamente de la membrana celular, se redondea formando un elipsoide, y se reune alrededor del núcleo en forma de una masa más ó menos compacta, expulsando sucesivamente el jugo celular que contenía; en

una palabra, es una renovación que se verifica simultáneamente en las dos células consideradas. La membrana celular se reabsorbe en seguida en el punto de contacto de las prominencias,

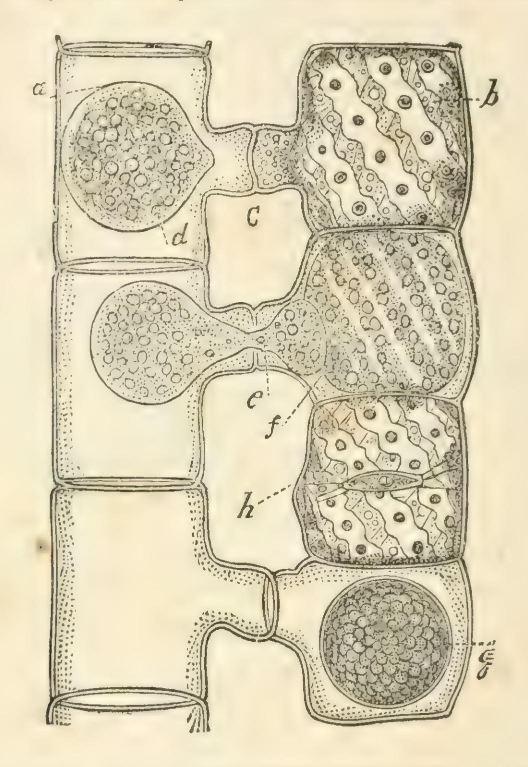


Fig. 98. — Conjugación de dos filamentos de Espirogira. (Le Monnier).

después de lo cual uno de los dos cuerpos protoplásmicos entra en el canal de comunicación así formado, se desliza lentamente hacia el otro, que permanece en su lugar, lo toca y por último se funde con él. Terminada la fusión, la masa elipsoidal, que de ella proviene, es apenas mayor que una de los dos cuerpos componentes; prueba evidente que se ha verificado en el mismo momento de la reunión una nueva y nota-

ble contracción. Dicha contracción basta para demostrar que se trata aquí, no de una simple mezcla sino de una verdadera combinación, lo que se confirma por otra parte con los hechos siguientes: durante la renovación que precede á la conjugación, el cuerpo clorofiliano espiralado conserva su forma, pero se contrae enérgicamente en cada masa protoplásmica; en el momento de la fusión, las dos cintas verdes se unen por sus extremos de modo á continuarse recíprocamente, no formando de este modo sino un solo cuerpo clorofiliano espiralado; por su parte, también los dos núcleos se unen y se confunden en uno solo; inmediatamente después, la masa conjugada se rodea de una membrana celular y el huevo, que lleva en este caso el nombre de zigósporo, se halla definitivamente formado.

Sucede algunas veces que una célula se conjuga á la vez con otras dos, absorbiendo los dos protoplasmas: el huevo proviene entonces de la fusión de tres cuerpos protoplásmicos.

La única diferencia externa que puede notarse entre las dos masas protoplásmicas de las Espirogiras que se conjugan es que una es activa, es decir va á buscar á la otra para unirse á ella, mientras que ésta es pasiva, es decir permanece inmóvil. La diferencia es más notable en un género afín de aquél, en el *Syrogonium:* en este género los dos cuerpos protoplásmicos son muy desiguales y el más pequeño es el que siempre camina en busca del otro. Al contrario, en el *Mesocarpus,* también género afín á las Espirogiras, no existe ninguna diferencia externa notable: las dos masas protoplásmicas son iguales y las dos son activas; es decir, las dos caminan al mismo tiempo para conjugarse en medio del canal de comunicación: si existe, pues, diferencia, estará en los caracteres internos que hasta el presente nos son desconocidos.

En un gran número de Algas pertenecientes á diversas familias, la conjugación que tiene por objeto formar el huevo se efectúa entre cuerpos protoplásmicos ciliados, libres y móviles y semejantes á los zoósporos. En la Pandorina (*Pandorina morum*), por ejemplo, una de las Volvocíneas más comunes, las diez y seis células provistas de dos pestañas que componen

cada familia, se disocian en cierto momento y entonces nadan aisladas en el líquido que las contiene: son redondeadas y verdes en la parte posterior, y puntiagudas, hialinas y provistas de un punto rojo en la parte anterior, en donde llevan sus dos pestañas. Estos pequeños cuerpos así aislados son incapaces de germinar: no son, pues, verdaderos zoósporos. Si se les sigue en sus movimientos (Fig. 99), se ve que tratan de aproximarse de á dos haciendo esfuerzos iguales para encontrarse, luego se tocan, sea por la parte anterior entrelazando sus pestañas, sea por los lados, y después poco á poco se confunden en uno solo y se contraen formando una esfera. Ésta está al principio provista de dos gránulos rojos y de cuatro pestañas, gránulos y pestañas que muy pronto desaparecen, al mismo tiempo que la esfera se rodea de una membrana celulosa: el huevo queda de esta manera constituido, pronto para germinar después de un largo tiempo de reposo.

Esta misma conjugación puede observarse en algunas Algas filamentosas (*Ulothrix, Monostroma*). Algunas veces, se conjugan tres y hasta cuatro de aquellos corpúsculos ciliados para formar el huevo; fenómeno que puede observarse, por ejemplo, en el *Acetabularia mediterránea.*

b. Conjugación diferenciada — Cuando la conjugación es claramente diferenciada, se dice que el cuerpo protoplásmico más pequeño es *macho,* denominándose *anterozoide,* y que el otro es *hembra,* denominándose oósfero: en este caso hay *sexualidad.* Los dos componentes del huevo son algunas veces inmóviles como en las Algas oscuras del género *Dictyota,* otras los dos son móviles, al menos al principio, como en las Algas oscuras del género *Zanardinia;* pero, de ordinario, el corpúsculo macho es móvil y el otro inmóvil, como puede observarse en un gran número de Algas verdes (*Œdogonium, Vaucheria, Sphæroplea,* etc.) ú oscuras (*Fucáceas*), en los Hongos del género *Monoblepharis,* en las Caráceas, las Muscíneas y las Criptógamas vasculares.

De cualquier modo que sea, siempre el anterozoide penetra en el oósfero y se funde y se combina con él; si el anterozoide

y el oósfero están provistos cada uno de un núcleo, los dos núcleos se funden en uno solo ; si el oósfero tiene varios núcleos como en los *Vaucheria,* todos en conjunto se unen con el del anterozoide para formar uno solo ; después, la masa resultante se contrae y se rodea de una membrana celulosa, quedando así constituido el huevo.

En el *Zanardinia collaris,* por ejemplo, el oósfero oval y oscuro lleva dos pestañas insertas en la punta hialina y dirigidas una hacia adelante y la otra hacia atrás ; el anterozoide, mucho más pequeño, incoloro y con una mancha amarilla, lleva también dos pestañas, pero dispuestas paralelamente. Si estos dos cuerpos permanecen aislados se detienen y más tarde desaparecen sin germinar; pero si se aproximan y se tocan, se conjugan de la manera siguiente : el oósfero, después de haberse movido por algún tiempo, pierde sus pestañas, se adhiere á algún cuerpo sólido, se redondea y presenta hacia la parte libre una mancha clara proveniente del aplastamiento de su extremidad hialina ; muy pronto, uno de los numerosos anterozoides que nadan en el líquido ambiente se acerca, toca la mancha clara, se adhiere á ella, luego se hunde y por último desaparece completamente en el seno del oósfero ; en seguida la masa se rodea de una membrana celulosa, y constituido así el huevo germina para reproducir la planta.

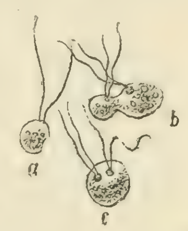


Fig. 99.— Conjugación del *Pandorina morum.* (Lanessán).

Esta conjugación diferenciada es conocida por la mayor parte de los autores con el nombre de *fecundación.*

MULTIPLICACIÓN — La multiplicación celular consiste siempre en una división de la célula en varias partes ó segmentos ; división que puede efectuarse de dos modos diferentes : ora el protoplasma toma la iniciativa, es decir, se divide ; entonces se dice que la multiplicación es por *división ;* ora es la membrana que divide á aquél por una serie de tabiques que tiende á través de su sustancia, y entonces se dice que la multiplicación es por *entabicado.*

Multiplicación por división — La multiplicación por división puede ser *total* ó *parcial:* total, cuando todo el cuerpo protoplásmico se segmenta; parcial, cuando sólo se segmenta una parte de su masa, quedando el resto para nutrir las células hijas, al principio, y más tarde para facilitar su diseminación.

1.° *División total* — La división total tiene lugar algunas veces en células desprovistas de membrana: es el caso más simple. La células ciliadas ó amibóideas de los Mixomicetes nos dan un ejemplo de esta división: el cuerpo protoplásmico cesa de moverse, se redondea formando una esfera en torno del núcleo, retrayendo á la vez sus pestañas ó sus brazos; muy pronto aparece en su medio una extrangulación anular, que aumenta poco á poco en profundidad, hasta que después de algunos minutos queda segmentada en dos mitades; éstas se redondean á su vez, vuelven á emprender el movimiento ciliar ó amibóideo, para dividirse de nuevo más tarde apenas hayan alcanzado, después de nutridas, sus dimensiones primitivas. Es probable que el núcleo se divida antes ó al mismo tiempo que el protoplasma; pero esa división no se ha observado hasta el presente. No sucede lo mismo con el *Halosphœra viridis,* Alga formada por una gran célula esférica, que en cierto momento se segmenta en un gran número de pequeñas células desnudas: cada una de éstas se alarga á manera de cilindro y su núcleo se segmenta en dos; después, debido á una extrangulación anular entre los dos núcleos que aumenta poco á poco su profundidad, queda muy pronto la célula separada en dos mitades semejantes, que se aislan formando dos zoósporos: la división del protoplasma está precedida en este caso por la división del núcleo.

Cuando la célula está provista de membrana, la división total puede algunas veces estar precedida por una renovación total, y entonces no es sino una variedad del caso precedente, puesto que en realidad es la nueva célula desnuda la que sufre la segmentación. El huevo de los Edogonios se divide de esta manera produciendo cuatro zoósporos, y algunas células vegetativas de ciertas Algas verdes (*Chœtomoorpha*, *Microsporo*, *Ulva*, etc.), producen también por división total y simultánea un gran núme-

ro de pequeños cuerpos, al principio unidos y poliédricos, luego redondeados, más tarde aislados y provistos cada uno de dos pestañas, después móviles, y por último escapándo-

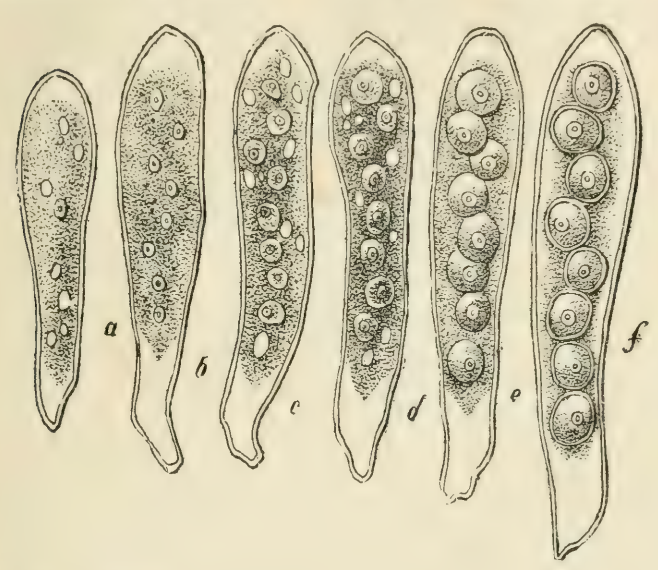


Fig. 100. — Estados sucesivos de la formación de los esporos por división parcial en un Peziza. (Dippel).

se de la membrana por un pequeño orificio lateral ó por un desencajamiento circular quedan en completa libertad (*microspora*).

Pero generalmente á la división total de la célula no precede ninguna renovación, como puede observarse en la formación de los zoósporos de muchas Algas verdes (*Hydrodictyon, Bryopsis, Acetabularia,* etc.) y del esporango de las Saprolegnias, en la formación de los esporos de la mayor parte de las Mucoríneas y de los Mixomicetes, en la de los oósferos de las Fucáceas, y por último en la del esporango de los *Vaucheria.*

2.° *División parcial* — Los esporos de los ascos de los Hongos pertenecientes al grupo de los Ascomicetes se forman por

división parcial (Fig. 100) : en tanto que la célula madre crece, el núcleo, al principio único, sufre una serie de segmentaciones hasta producir generalmente ocho y algunas veces un mayor número de ellos; el protoplasma que rodea cada uno de los núcleos nuevamente formados se condensa, se separa del protoplasma general por un contorno neto y después se provee de una membrana celulosa. Cuando los ocho esporos así formados simultáneamente están separados entre sí y no ocupan sino un pequeño espacio de la célula madre, el protoplasma residual es considerable; al contrario, si los esporos están juntos y llenan casi por completo la célula madre, aquél será muy poco: este último caso es una transición entre la división parcial y la división total.

Las vesículas embrionarias (oósfero y sus dos sinérgicas) y las antípodas del óvulo de las Angiospermas, y algunas células libres de existencia transitoria del tubo polénico de las Gimnospermas se forman también por división parcial.

Multiplicación por entabicado — En este modo de multiplicación, el cuerpo protoplásmico no se divide sino que queda dividido por la formación de uno ó varios tabiques: si hay un solo tabique es una bipartición, si hay varios es una multiplicación.

1.° *Entabicado simple* — El entabicado simple ó la bipartición es el caso más frecuente. Por medio de él es que á partir del óvulo ó del esporo se edifica poco á poco y llega al estado adulto el cuerpo de las plantas llamadas multicelulares; sucede lo mismo, carezca la célula de núcleo (Oscilarias, Bacterios, muchos Hongos, etc.) ó esté provista de dos ó muchos de ellos: no depende, pues, del núcleo. Este fenómeno jamás se verifica en las células de un solo núcleo, porque si el tabique no divide la sustancia nuclear, lo que no parece posible, tendría que dividir la célula en dos mitades desiguales, de las cuales la mayor contendría el núcleo y la otra quedaría privada de él.

El tabique es centrípeto cuando el jugo celular ocupa la región central y el protoplasma la periferia, en cuyo caso aquél

parte de la periferia al centro : las Espirogiras con dos núcleos, producto de una división recientemente operada, los Cladoforas con un gran número de núcleos, ciertos Hongos y ciertos tubos polénicos sin ningún núcleo pueden servirnos de ejemplo ; al contrario, es centrífugo cuando el cuerpo protoplásmico ocupa el centro de la célula, en cuyo caso el tabique parte de éste hacia la membrana, al mismo tiempo que el protoplasma emigra hacia la periferia. El tabique es unilateral cuando el cuerpo protoplásmico ocupando uno de los lados de la célula, aquél parte de este lado lentamente hacia el opuesto, al mismo tiempo que el protoplasma se dirige en esa dirección ; por último, es simultáneo cuando, en el punto en que se forma, el cuerpo protoplásmico es continuo y ocupa todo el diámetro de la cavidad celular : este último caso es el más frecuente, encontrándose numerosos ejemplos en el desarrollo del embrión á partir del huevo, y en el crecimiento de los tallos de las hojas, de las raíces, etc. Por esta razón le estudiaremos con más detalles.

El tabique simultáneo es precedido, en el punto en que debe aparecer, por una capa de pequeños gránulos yuxtapuestos que forman una lámina que atraviesa todo el protoplasma. Estos gránulos son los materiales del tabique ; no son de naturaleza albuminóidea, sino de composición ternaria ; se coloran en azul por el iodo, si son de almidón, no coloreándose cuando están compuestos por otra sustancia. Es probable que estos gránulos se produzcan por doquiera en todo el cuerpo protoplásmico, para condensarse en seguida y formar la lámina granulosa ; pero, de cualquier modo que sea, desapareciendo después como tales, se fusionan todos á la vez para formar el tabique. Éste al principio es blando, fácilmente se hincha y no se colora en azul por el cloruro de zinc iodado : más tarde se endurece poco á poco.

Los granos de polen de las Fanerógamas, como también los esporos de las Muscíneas y de las Criptógamas vasculares, nacen por entabicado simple simultáneo de á cuatro á la vez en cada célula madre ; pero algunas veces hay en él algunas modificaciones que le aproximan al entabicado múltiple. General-

mente la célula madre se segmenta desde luego en dos mitades por un tabique, y sólo después cada una de estas mitades se tabica á su vez de la misma manera y en una dirección rectangular: se obtiene así por una doble división, cuatro granos de polen, ó cuatro esporos, dispuestos ya en un mismo plano, ya en un tetraedro; es decir, tres en un plano y el cuarto encima ó debajo (polen de *Lilium*, *Allium*, *Anthericum* y de la mayor parte de las Monocotiledóneas, microsporos de los *Isoetes*, etc.). Por otra parte (Fig. 101) el núcleo primitivo se divide sin formar un tabique definitivo entre sus dos mitades, pues aunque la lámina granulosa también se forma en él, sin embargo desaparece muy pronto; los dos nuevos núcleos se dividen á su turno y es sólo entonces, quedando separados los cuatro nuevor núcleos, que se forman simultáneamente los tabiques celulosos que dividen el conjunto protoplásmico en cuatro porciones continentes cada una de un núcleo: es casi una verdadera cuadripartición simultánea (polen de Capuchina, Guisante, Ruibarbo, Acedera y de todas las Dicotiledóneas estudiadas hasta el presente, de algunas Monocotiledóneas, esporos del *Pilotum*, *Ophioglossum*, *Equisetum*, *Pellia*, etc.).

Sucede algunas veces, sin embargo, que el entabicado del protoplasma, ó al menos la preparación para el entabicado, precede á la primera división del núcleo, lo cual puede observarse en la formación de los esporos del *Anthoceros* y de los macrosporos de los *Isoetes*. En este caso, dividiéndose el núcleo, como de ordinario, en dos actos sucesivos, cada uno de os cuatro nuevos núcleos penetra en cada una de las cuatro masas protoplásmicas, ya de antemano separadas por las láminas granulosas y después por el tabique: ésto nos da una prueba de la independencia del entabicado del protoplasma con la división del núcleo.

Generalmente el tabique es mediano y entonces la célula queda dividida en dos mitades semejantes; pero, otras veces no lo es, y, por consiguiente, queda dividida en dos partes muy desiguales: en este caso, aquél puede ser recto, curvo ó afectar otras formas diversas. La formación de las células conocida por

gemación que se observa en el tallo de la Levadura de cerveza y de otros Saccharomyces, como también la producción de los esporos de los Agaricos, etc., no es más que un entabicado desigual: la célula madre localiza su crecimiento en un punto de la periferia y forma un pequeño ramo hinchado, de base muy



Fig. 101. — *Psilotum triquetrum:* estados sucesivos de la división del núcleo y de la formación de los tabiques en una célula madre de esporos, contraída por el alcohol. La lámina granulosa formada en E desaparece más tarde, y las nuevas placas rectangulares nacen en conjunto en F. (Strasburger).

estrecha, en donde precisamente aparece el tabique que divide la célula en dos segmentos desiguales: uno, que es el pequeño ramo hinchado, la *yema*, que más tarde se separa; y otro, que tiene el volumen de la célula primitiva y queda en su lugar, y que más tarde puede dar nuevas yemas.

Sucede con mucha frecuencia en las Fanerógamas, que, la lámina granulosa, ó también el sutil tabique que de aquella proviene, se reabsorbe y, por consiguiente, los dos núcleos quedan contenidos en una sola célula.

2.° *Entabicado múltiple* — En algunas Fanerógamas, en que el saco embrionario es estrecho, el albumen nace por una serie de entabicados simples (Labiadas, Escrofularíneas, Campanuláceas, etc.); pero generalmente, tanto en las Gimnospermas como en las Angiospermas, el saco embrionario es muy ancho y el albumen es producido por un entabicado múltiple y simultáneo: en tanto que el saco embrionario crece rápidamente, su núcleo se segmenta en dos, luego cada mitad vuelve á dividirse y así de seguida un gran número de veces. Cuando termina el crecimiento del saco, éste queda tapizado internamente por una capa protoplásmica, en donde se encuentran seminados numerosos núcleos, equidistantes y dispuestos de ordinario en una sola capa: entonces ya ha terminado la división nuclear y empieza el entabicado.

Al principio se ven aparecer en el protoplasma unos filetes que, partiendo de los núcleos á manera de radios, les unen entre sí por una especie de pequeños lentes biconvexos; después, en el ecuador de cada lente, se condensa una placa granulosa, que muy pronto la reemplaza un tabique de celulosa. Estos tabiques, aplicados externamente contra la membrana, unidos lateralmente figurando una red, y libres internamente, dibujan sobre la pared del saco una serie de alvéolos poligonales abiertos internamente, que segmentan la cubierta parietal en otras tantas masas protoplásmicas, conteniendo cada una de ordinario un núcleo: sin embargo, todavía éstas no son células completas. Poco después estos segmentos protoplásmicos producen una delgada membrana de celulosa que se adhiere á los tabiques y cierra cada una de las células por la parte interna: éste es el caso más frecuente (*Myosurus*, Viola, *Oxalis*, etc., etc.)

En otras plantas (*Corydallis cava* y *pallida*, *Pulmonaria officinalis*, etc.,) no se forman los pequeños lentes de filetes

conectivos entre todos los núcleos, sino únicamente en ciertas partes, de lo cual resulta que los tabiques dividen la cubierta parietal en pocos y grandes segmentos, cada uno de los cuales contiene un número variable de núcleos que á veces alcanzan hasta veinte y aun más. Estos núcleos múltiples se dividen frecuentemente de nuevo en el interior de las grandes células, y algunas veces también éstas se tabican. Más tarde los núcleos de cada célula se aproximan y se confunden formando uno solo.

En la Habichuela y el Haba, por último, no se forman en ninguna parte aquellos filetes conectivos entre los núcleos, ni tampoco aparece ningún tabique: el saco embrionario no forma albumen.

El entabicado múltiple se efectúa, pues, como el entabicado simple, con solo la diferencia que su independencia respecto á los núcleos es más evidente: el entabicado múltiple no es más que un entabicado simple retardado.

Resumen — Los dos modos de formación de las células que se parecen más son la renovación y la división, pues ésta no es sino una renovación múltiple. Reuniendo éstos, se obtienen cuatro tipos bastante diferentes: la anastómosis, la conjugación, la renovación simple y múltiple, y el entabicado. Una misma célula puede presentar sucesivamente dos de estos tipos: el saco embrionario de las Angiospermas, por ejemplo, después de producir por división parcial el oósfero, las sinérgicas y las antípodas, produce de ordinario el albumen por entabicado múltiple. La conjugación, solamente, engendra una célula realmente nueva, que tenga por resultado la constitución de una nueva planta La anastómosis no es más que una asociación de células semejantes. La renovación simple ó múltiple es sólo una disociación de elementos semejantes, que determina la propagación del individuo. El entabicado es á la vez un sostén para el conjunto, una manera de multiplicar las superficies osmóticas y una diferenciación de las partes.

TEJIDOS

Hemos visto anteriormente que algunas células pueden vivir aisladas y constituir por sí solas el individuo entero (*Protococcus, Palmella*, etc.): son las plantas unicelulares. Estas plantas, como es fácil comprender, son relativamente muy raras. Generalmente, el individuo está compuesto por un número más ó menos considerable de células, que constituyen un *tejido*, es decir, un conjunto de células que obedecen á una ley común de crecimiento, ó con otras palabras, un conjunto de células que tienen la misma forma y las mismas propiedades.

De la misma manera que las células se unen para constituir los tejidos, éstas también pueden hacerlo para formar una parte de la planta, la cual por su manera de desarrollarse constituye una unidad orgánica de un orden superior á los elementos anatómicos y á los tejidos: éstos son los *miembros*. Esta palabra sólo se relaciona con la estructura de aquellas partes de la planta, pues éstas mismas toman el nombre de *órganos* cuando se consideran con relación á las funciones que puedan desempeñar.

Por último, un conjunto de órganos cuyas funciones tiendan á una función común es conocido con el nombre de *aparato*.

CARACTERES GENERALES DE LOS TEJIDOS

ORIGEN DE LOS TEJIDOS — Los tejidos pueden producirse de tres maneras diferentes: 1.° por asociación de células primitivamente libres; 2.° por entabicado repetido de una célula madre; 3.° por asociación y por entabicado á la vez.

1.° *Tejido producido por asociación* (1) — El tejido que compone el cuerpo entero de las Hidrodícteas, se forma por asociación (*Pediastrum, Cœlastrum, Hydrodictyon*): la célula madre produce por división total numerosas células, que al

(1) Falso tejido de Sachs.

principio se mueven durante algún tiempo, después se fijan y por último, por efecto de su crecimiento, se yuxtaponen, fusionando de tal manera sus membranas de contacto, que desaparecen completamente las líneas de separación. El tejido así constituido es un disco entero en los *Pediastrum* (Fig. resp.) y una red hueca en forma de saco en los *Hydrodictyon*. Este origen es muy raro.

2.° *Tejido producido por entabicado* (1) — Generalmente los tejidos son producidos por un entabicado sucesivo de una célula madre ó de varias células madres yuxtapuestas. Este entabicado se efectúa de la manera que lo hemos descrito anteriormente: consiste de ordinario en una división repetida, y algunas veces en una multiplicación, como en el saco embrionario de las Fanerógamas.

Los tabiques de celulosa formados siempre son medianos, siendo imposible, al principio, distinguir la parte que pertenece á cada una de las células contiguas, subsistiendo aquella imposibilidad siempre que el tabique no se diferencie y por más que se espese. Pero cuando este espesor es seguido de una diferenciación, entonces se puede distinguir fácilmente una lámina media común á las dos células, contra la cual se hallan apoyadas simétricamente á derecha y á izquierda las capas diferenciadas, de tal modo que las capas de la derecha parecen pertenecer exclusivamente á una de las células, y las de la izquierda á la célula vecina.

Así, cuando el tabique se leñifica, como sucede en la madera del tallo, por ejemplo, la lámina media, que se incrusta notablemente, permanece de ordinario delgada, pero se distingue con claridad de las capas derecha é izquierda por su gran densidad, su mayor refringencia y la acción de los reactivos: el ácido sulfúrico disuelve las capas internas, dejando subsistir las láminas medias, que forman una red delicada observadas en un corte transversal del tejido; la ebullición en la potasa ó en el ácido nítrico, al contrario, disuelve éstas, dejando intactas á las

(1) Verdadero tejido de Sachs.

capas internas, que quedan completamente aisladas. Cuando el tabique se gelatiniza, como sucede en las *Fucáceas* ó en el albumen del grano del Algarrobo (Fig. 102), la lámina media transformada en mucílago y débilmente refringente es con frecuencia muy espesa, presentándose limitada en el interior por una capa delgada, más densa y más refringente, que ha quedado en estado de celulosa.

3.° *Tejidos producidos por entabicado y por asociación á la*

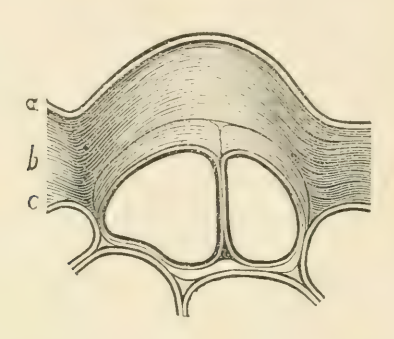


Fig. 102. — Epidermis del Muérdago. Corte transversal : *a*, capa externa ó cutícula; *b*, zona media, muy espesa; *c*, capa interna delgada. (Según Dippel).

vez — El tallo de la mayor parte de los Hongos, principalmente de los Ascomicetes y Basidiomicetes, está formado por filamentos ramosos y entrecruzados, compuestos de células colocadas extremo con extremo, constituyendo un tejido producido por entabicado repetido de las células que terminan los filamentos. No obstante, en ciertos casos y en puntos determinados, se observa que muchos de los filamentos entabicados se aproximan, se reunen, se entrecruzan y se sueldan íntimamente, formando una masa compacta, que creciendo luego por división, llega á ser, por ejemplo, ya un reservatorio nutritivo, ya un aparato esporóforo. A este procedimiento mixto, es decir, á la soldadura de filamentos entabicados, debe su origen el tallo de ciertas Algas, bien sea reticulado (*Microdictyon*), ó lameliforme (*Zanardi-*

nia) ó macizo (*Ceramium, Desmarelia*), así como el tallo de los *Chara*. Del mismo modo de formación deriva el tejido de la región central del pistilo, cuando está compuesto de carpelos cerrados por soldadura de sus bordes, como sucede en las Liliáceas.

Formación de los espacios intercelulares — En los tejidos producidos por soldadura ó en los mixtos, las células se sueldan, algunas veces, sólo por una parte de su superficie: en este caso, dejan entre ellas unos espacios, llamados *intercelulares*, con frecuencia llenos de aire (Hongos) y algunas veces de líquido (*Hidrodyction*, tabiques de los pistilos de un gran número de Monocotiledóneas). Cuando estos espacios son pequeños, se llaman *meatos;* si son más ó menos del tamaño de las células, *lagunas;* y si son más grandes, *cámaras*. Los espacios intercelulares son siempre, en este caso, primitivos.

Los tejidos formados por entabicado, al contrario, siempre son compactos al principio: los tabiques medianos, perfectamente homogéneos, se sueldan completamente y las células toman una forma poliédrica. Pero más tarde, sucede con frecuencia, que creciendo las células tienden á redondearse y entonces á lo largo de la línea de intersección se forma una hendidura en medio de la membrana, que aumenta tomando la forma de un prisma estrecho con tantas caras cóncavas como tabiques divergen de ella, ordinariamente triangular ó cuadrangular: de ahí la formación de un sistema continuo de pequeños meatos, llenos generalmente de aire y algunas veces de ciertos líquidos, como veremos más adelante. Cada una de las células posee entonces á los lados de los meatos su membrana propia. Si más tarde las porciones de membrana así disociadas crecen mucho y si al mismo tiempo las células se dividen por tabiques perpendiculares á las caras libres, los meatos pasan á ser lagunas. A su vez, si aquel crecimiento continúa y el entabicado se repite, las lagunas pueden adquirir una gran dimensión y encontrarse rodeadas por un gran número de células provistas cada una de una pared propia en la cara interna; han llegado entonces á ser

cámaras ó *canales* intercelulares. Las plantas vasculares acuáticas forman de esta manera un sistema continuo de canales aeríferos que atraviesan todo su cuerpo.

Por último, algunas veces esos espacios se extienden progresivamente por todo el contorno de las células, las cuales redondeándose quedan libres completamente y provistas de su propia membrana : el tejido en este caso es sólo un conjunto de células libres. Esta disociación puede observarse en el período de madurez de muchos frutos carnosos.

En resumen, en los tejidos producidos por entabicado, los espacios intercelulares, meatos, lagunas, cámaras ó canales, siempre son consecutivos. Es necesario no confundir estos espacios intercelulares con las cavidades que se producen en el interior de ciertas plantas por desgarradura ó reabsorción local de las células (tallo de las Equisetáceas, Gramíneas, muchas Compuestas y Umbelíferas, etc.)

MERISTEMO — La célula ó conjunto de células encargadas del crecimiento de los miembros de las plantas, se conoce con el nombre de *meristemo*.

Célula terminal — En las plantas inferiores que crecen por entabicado, como en la generalidad de las Criptógamas, cada una de las partes de la planta crece por la actividad de una célula única, de continuo en camino de división, que se encuentra situada en la extremidad de la parte considerada, y que por tener tal posición lleva el nombre de *célula terminal*.

Si observáramos una Alga, el *Chætopteris plumoso*, por ejemplo, encontraríamos en la extremidad de cada una de las ramificaciones una gran célula cilíndrica que crece constantemente por su extremidad libre, la cual llegando á una dimensión suficiente se divide, por un tabique transversal, en una célula inferior y otra superior. La primera sufriendo nuevas divisiones se transforma en una porción del tejido ; y la superior, continuando su crecimiento, se hace semejante á la que fué célula madre antes de la división, para dividirse á su vez y formar nuevas células que tendrán el mismo destino que las descritas :

este fenómeno dura tanto como el crecimiento del órgano considerado. No es, pues, como se ve, una misma célula la que ocupa constantemente el vértice del órgano, sino una sucesión de células, hijas unas de otras: los botánicos hablan sólo de una célula terminal, como si siempre fuera la misma, porque las células que se suceden tienen las mismas formas y las mismas propiedades.

En el caso precedente, en que el órgano formado es cilíndrico, la célula terminal produce sus tabiques sucesivos paralelos á un solo plano. En los organismos más complicados, la célula terminal posee generalmente la forma de un cono, ó la de una pirámide de vértice dirigido hacia el interior del órgano, y entonces los tabiques son paralelos á las diferentes faces de la pirámide: esto puede observarse en la extremidad de los tallos de los Musgos ó de las Equisetáceas.

Se da el nombre de *segmentos* á las células separadas de la célula terminal por los tabiques sucesivos: cada segmento produce un grupo determinado de órganos.

Meristemo primitivo — En todas las Fanerógamas y también en algunas Criptógamas superiores, la extremidad de los órganos, en donde se verifica el crecimiento, no presenta la célula terminal que acabamos de describir; pero en su lugar se encuentra un tejido formado por un número indeterminado de células jóvenes en camino de división y desempeñando todas en conjunto el papel de la célula terminal: este tejido lleva el nombre de *meristemo primitivo.* Las células que le componen son todas semejantes; sólo después, cuando cada una de ellas sigue un procedimiento particular de desarrollo, es que se ven salir, de esta fuente común, las diferentes especies de tejidos. Es fácil comprender, por consiguiente, que no habrá un límite bien marcado entre el meristemo primitivo y los tejidos ya diferenciados, sino que entre las células embrionarias de aquél, y las adultas de éste, deben encontrarse las intermediarias que unen unas á las otras.

Se da el nombre de *punto vegetativo* á la parte terminal de los miembros dotados de crecimiento terminal continuo, que

está exclusivamente formada por el meristemo ; y como generalmente aquella parte tiene la forma de un cono, de ahí que se le llama, especialmente en este caso, *cono vegetativo.* El punto vegetativo de los tallos, hojas y talos siempre es desnudo; el de las raíces, al contrario, está cubierto por un tejido definido, más ó menos espeso, en forma de dedo de guante, que se denomina *cofia.*

Las primeras células que generalmente se diferencian de las del meristemo son las que están situadas en la superficie del órgano, que forma una capa continua denominada *epidermis primordial* ó *dermatógeno* . Un poco más lejos del vértice se observa una notable diferencia entre las partes centrales y la zona periférica del órgano : en el centro, las células son generalmente alargadas y exactamente aplicadas unas á otras ; hacia la periferia, el tejido es lagunoso y sus células son más cortas. Las dos regiones así definidas están destinadas á diferenciarse cada vez más á medida que el órgano envejece : la porción central formará el *cuerpo central* del tallo ó de la raíz considerados, y es la que lleva en su estado de juventud el nombre de *pleromo ;* la zona periférica, comprendida entre el pleromo y el dermatógeno es el *periblemo* que, en estado adulto, formará la *corteza primaria* ó *parénquima cortical.*

El crecimiento intercalario de los miembros es debido á que una parte del meristemo, que conserva por más ó menos tiempo sus caracteres primitivos, mientras que el resto se diferencia, continúa tabicando sus células.

Meristemos secundarios — Los tejidos, que derivan, como acabamos de ver, de la diferenciación del meristemo terminal ó intercalario, se llaman *primarios*, y éstos meristemos *primitivos.* En las Talofitas, las Muscíneas y la mayor parte de las Criptógamas vasculares no existen otras clases de tejidos, ni otros meristemos. En el tallo y la raíz de la mayor parte de las Fanerógamas, sobre todo en las Gimnospermas y las Dicotiledóneas, se ven aparecer con más ó menos prontitud, en medio de los tejidos primarios, unos *tejidos secundarios,* que se agregan ó sustituyen á aquellos ; con este objeto, una serie de células,

dispuestas generalmente en círculo, diferenciadas pero llenas de vida, se modifican, pierden sus caracteres propios, vuelven nuevamente al estado de células madres, se tabican y forman por último un *meristemo secundario*, cuya diferenciación ulterior engendra los diversos tejidos secundarios.

Los tejidos secundarios, salvo muy raras excepciones, son semejantes á los primarios, y por eso es que, á pesar de su orígen diferente, les colocaremos en la misma categoría de aquellos.

Clasificación de los tejidos — Clasificaremos los tejidos, no por su origen variable, por la razón expuesta anteriormente, sino por sus caracteres diferenciales.

Distinguiremos, desde luego, como lo hace Van Tieghen, dos grandes tipos: unos, en que las células del meristemo, diferenciándose en la forma y estructura, se conservan vivas, están provistas de una membrana cerrada, de un protoplasma activo y de núcleo, capaces de crecer en ciertas circunstancias y de tabicarse, y susceptibles de volver en ciertas condiciones al estado de células madres, formando en ese caso un meristemo secundario; y otros, en que las células también se diferencian, pero que mueren, perdiendo por lo mismo el protoplasma, el núcleo y al mismo tiempo la facultad de crecer y de dividirse: el cuerpo protoplásmico es reemplazado en este último caso, por diversas materias sólidas y líquidas, ó por el aire, mientras que la membrana se conserva en totalidad ó en su mayor parte.

En los tejidos de la primera clase, las células mueren también, es verdad, pero sólo después de haber desempeñado, durante algún tiempo más ó menos largo, el papel particular correspondiente á su diferenciación especial. Estos dos géneros de muerte son muy diferentes: el uno, precoz y rápido, es contemporáneo de la diferenciación, la cual es su causa; y el otro, tardío y lento, no tiene lugar sino después de terminada la diferenciación; el primero marca el principio de la función especial de la célula, el otro el agotamiento y el fin. Distinguiremos, pues, los tejidos de células vivas y los tejidos de célu-

las muertas, dando á esta expresión el significado que acabamos de dar.

Las principales formas de tejidos de células vivas son: la *epidermis*, el *corcho*, el *parénquima* y el tejido *secretor*; se observan también las transiciones entre éstos, resultantes de una menor diferenciación, principalmente entre la epidermis y el parénquima, entre éste y el tejido secretor, etc. Las principales formas de tejidos de células muertas son: el *esclerénquima*, el *criboso* y el *vascular*; en éstos, la separación es más neta y las transiciones menos frecuentes, pudiéndoselas observar, sin embargo, entre el esclerénquima y el tejido vascular. Por último, entre ambas categorías de tejidos existen también las transiciones, entre el parénquima, por ejemplo, y el esclerénquima, etc.: estas transiciones no deben admirarnos, puesto que todos esos tejidos tienen el mismo origen.

Clasificación de los aparatos — Cuando varios tejidos yuxtapuestos concurren á un mismo fin, constituyen un *aparato*. En las plantas más diferenciadas pueden distinguirse dos especies de aparatos: unos que desempeñan una especie de función mecánica, el aparato *tegumentario*, el aparato de *sostén*, el aparato *conductor*, y el aparato *conjuntivo*, que sirve para reunir á los precedentes; y otros que tienen una función química, el aparato *asimilador*, el aparato de *reserva* y el aparato *secretor*. Además, existe el aparato *aerífero*, constituido por el conjunto de meatos, lagunas, cámaras y canales que atraviesan todo el cuerpo y cuya función es á la vez mecánica y química.

EPIDERMIS

La epidermis es una capa de células que se extiende sobre toda la superficie de los órganos vegetales, á menos en todos los casos en que existe diferenciación de los tejidos. En las plantas inferiores de diferenciación nula ó poco acusada, no existe la epidermis propiamente dicha, pero, salvo estos casos, puede decirse que la epidermis no falta jamás y que es

una de las formaciones más constantes en todos los vegetales superiores.

El carácter principal de la epidermis es su continuidad : sus células están exactamente contiguas y no dejan entre sí sino unos pequeños espacios, en lugares determinados, que se denominan *estómatos*. Los *pelos*, que se desprenden de esta membrana y que sobresalen de la superficie de la planta, tienen su origen en las células epidérmicas.

Las células epidérmicas, propiamente dichas, tienen generalmente la forma de una tablilla de contornos muy variables : en muchas Dicotiledóneas presentan sus bordes muy sinuosos, en las hojas del Iris forman un hexágono alargado. La membrana de estas células es con frecuencia delgada y de naturaleza celulósica sobre las caras laterales y sobre la cara profunda ; al contrario, la cara externa, que está en contacto con el aire, es de ordinario más espesa y está impregnada de *cutina*, sustancia que ya hemos estudiado en la pag. 256 y que ya hemos dicho da á las células una impermeabilidad y una resistencia particular.

Las porciones así modificadas ó *cuticularizadas* se continúan de una célula á otra, á manera de un barniz extendido sobre la superficie del órgano, de modo que pueden desprenderse, todas en conjunto, como si fueran una delgada membrana : constituyen la *cutícula* (Fig. 102). Ésta está especialmente muy desarrollada sobre las hojas y los tallos aéreos de los vegetales que deben resistir á la sequedad y al calor, como, por ejemplo, los *Cactus*, los Aloes y en general todas las plantas de hojas carnosas, que se denominan vulgarmente plantas grasas ; al contrario, es muy delgada en los órganos ó vegetales que no están expuestos á una fuerte evaporación, como en las porciones subterráneas ó sumergidas.

La impermeabilidad producida por la cuticularización aumenta, en ciertos casos, por la producción de una capa de materia grasa que segregan las células epidérmicas, formando una cubierta *cerosa* (*cerificación*, pag. 262), que tiene algunas veces, como en el *Ceroxylon andicola*, Palmera del Perú, hasta cinco milímetros de espesor, pudiéndose entonces desprender y

utilizar en la industria; pero generalmente no forma sino un depósito extremadamente delgado, que da á las superficies de las hojas ó de los frutos un aspecto empañado y un color verde blanquecino, constituyendo en este caso esa especie de *sarro*, *pruine* de los Franceses, *flor* vulgarmente, que se nota sobre las uvas y sobre las hojas de los *Eucalyptus, Iris,* etc.

Estómatos — Las únicas aberturas que se observan en la epidermis de una planta intacta son los *estómatos*. Se designa con este nombre un sistema de células, más ó menos complicado, que rodean una hendidura estrecha que pone en comunicación el aire exterior con los tejidos sub-epidérmicos. De ordinario, los estómatos se componen esencialmente de dos células en forma de judía, que se miran por sus bordes cóncavos, dejando entre sí una hendidura que se denomina *ostiolo* (Fig. 103). Están colocados habitualmente en el límite de dos células epidérmicas normales, encontrándose algunas veces también en el mismo medio de una de aquellas células. Su formación es completamente semejante á la de los otros meatos intercelulares: una célula de la epidermis joven, que se distingue de sus vecinas por su forma y sus dimensiones, se divide por un tabique simple, luego éste se hiende y los bordes de esta hendidura se separan á medida que las dos nuevas células toman sus formas definitivas. Algunas veces, estas células permanecen en el mismo plano de la epidermis, pero con frecuencia crecen hasta el punto de elevarse notablemente por encima del estómato.

Los estómatos son extremadamente numerosos en todas las partes verdes de los vegetales: se cuentan con frecuencia 250 á 300 por milímetro cuadrado. No existe uniformidad en su repartición: en las hojas aéreas predominan especialmente sobre la cara inferior; en las que ocupan la superficie de las aguas, como las del *Nymphæa,* no existen, al contrario, sino sobre la cara superior; y, por último, las hojas sumergidas carecen de ellos por completo. Se concibe fácilmente la razón de estas disposiciones: siendo el objeto de los

estómatos permitir la entrada del aire en los tejidos, son inútiles en los órganos que no están en contacto con él.

Los órganos desprovistos de clorofila no tienen generalmente estómatos ; en las raíces faltan constantemente ; los tallos sub-

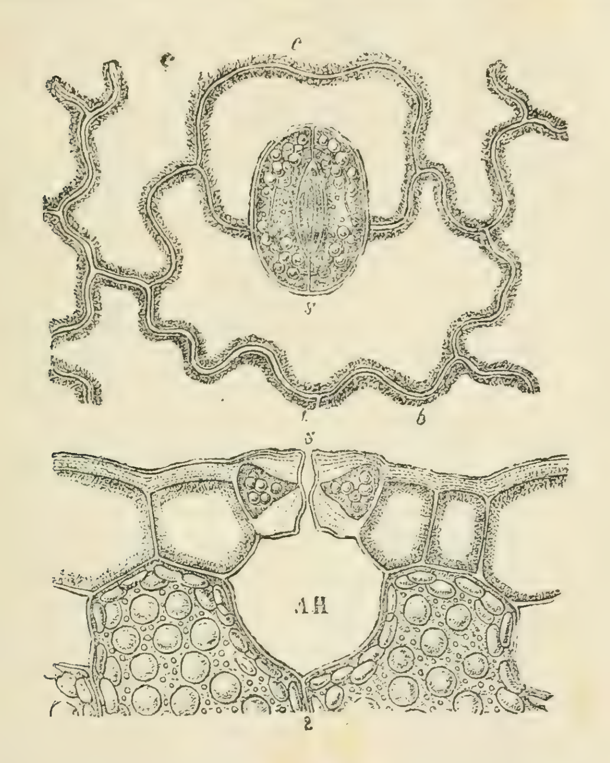


Fig. 103 — Estómato del *Thymus serpyllum* : 1, visto de frente ; 2, visto de perfil. AH, cámara aérea. (Le Monnier).

terráneos los tienen algunas veces ; y algunas vainas también les llevan, pero siempre con la particularidad de no desempeñar en ellas alguna función.

Sobre las partes verdes en donde los estómatos desempeñan un papel fisiológico importante, se nota que corresponden á las

lagunas del parénquima verde sub-epidérmico : esta disposición facilita el contacto del aire con las células de clorofila. En las regiones en que la permeabilidad del parénquima verde es menor, disminuyen ó desaparecen los estómatos : en las hojas de muchas Gramíneas y Coníferas, los estómatos forman líneas longitudinales en ciertos puntos y faltan en aquellos en que la epidermis está aplicada sobre un tejido fibroso compacto.

En un pequeño número de plantas se encuentran dos especies de estómatos : uno normal y el otro mucho mayor. Este último está destinado especialmente para dejar pasar el líquido que, en ciertas condiciones fisiológicas, secreta la planta : se denominan *poros acuíferos*. Se les puede observar sobre las hojas de la Capuchina, Adormidera y sobre todo del *Colocasia*.

Pelos — Los pelos nacen sobre la epidermis y algunas veces también sobre las células que limitan cavidades internas llenas de aire, como las lagunas que ahuecan el parénquima de un gran número de plantas sumergidas.

Variedades de pelos — La forma de los pelos es muy variable (Figs. 104 y 105). Es raro encontrar una superficie epidérmica que sólo lleve una variedad de ellos : generalmente existen varios, diferentes por sus formas y sus propiedades. Todas estas variedades pueden reunirse en tres grupos : *unicelulares, articulados* y *macizos*.

La formación de los pelos es debida al crecimiento perpendicular á la superficie de una célula epidérmica ; si el crecimiento termina sin tabicarse la célula, el pelo es *unicelular ;* si aquella se divide por tabiques transversales, el pelo, representando un filamento compuesto de una hilera de células sobrepuestas, es *articulado ;* y si, por último, se tabica en las tres direcciones formando una masa sólida, el pelo es *macizo*. En cada uno de estos tres casos puede, por otra parte, permanecer simple ó ramificarse ; de ahí, seis modificaciones principales, entre las cuales existen una infinidad de intermediarias.

Las células que rodean la base del pelo son algunas veces semejantes á las otras células epidérmicas, pero generalmente

toman una forma diferente y constituyen otras tantas *células anexas* dispuestas de ordinario en forma de roseta.

Si el pelo, terminado en cono obtuso, no sobresale sino un poco de la superficie epidérmica, toma el nombre de *papila* :

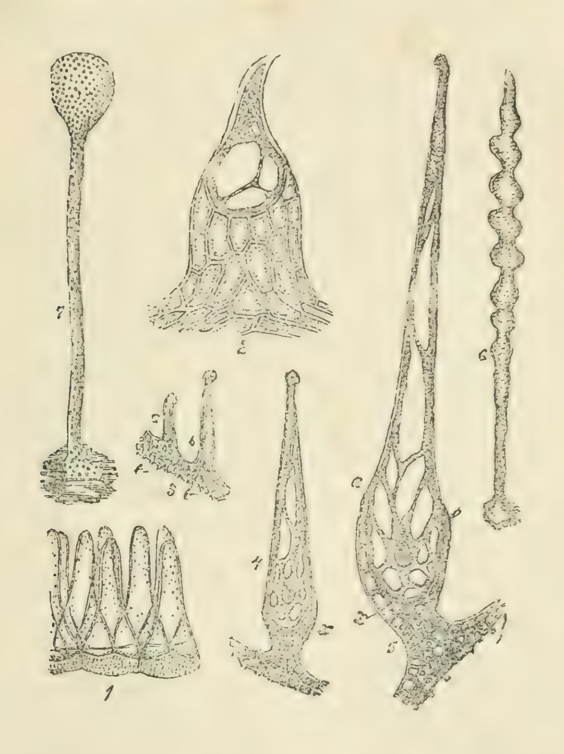


Fig. 104 — Diversas formas de pelos unicelulares: 1 papilas de la corola del *Primula sinensis* ; 2, pelo terminado en corchete del tallo del *Rubia tinctorum* ; 3, 4 y 5, diversos estados del desarrollo de un pelo urticante de la *Urtica dioica* mostrando el protoplasma, el núcleo y el jugo celular; 6, pelo varicoso de la corola del *Viola altaica* ; 7, pelo terminado en botón de la corola del *Anthirrinum majus*. (Kny).

los pétalos deben á esas papilas su aspecto aterciopelado y los estigmas del pistilo el líquido que les baña.

Los pelos llamados *urticantes* (Ortigas, etc.), se distinguen por estar terminados por un botoncito encorvado, rígido y quebradizo, que se rompe al contacto de la piel, y deja salir una gotita de jugo irritante que lo deposita en la herida producida por él mismo ; este jugo es ácido, como el de la mayor parte de las células, y el ácido parece ser el fórmico ; la sustancia irritante es completamente desconocida y hasta se ignora si está contenida en el protoplasma ó en el jugo celular.

CORCHO

La epidermis cesa muy pronto de crecer, es decir, sus células no aumentan en número ni en dimensiones, puesto que pierden con precocidad su protoplasma. Sin embargo, su función protectriz — el obstáculo que opone á la evaporación de los jugos de la planta y á la desecación de los tejidos — es necesario que sea sustituida : de ahí, que los órganos que están sometidos á un crecimiento considerable en espesor deban estar provistos de una cubierta, formada durante su desarrollo, que posea las propiedades fisiológicas de la epidermis. El tejido particular que se produce en esas circunstancias se denomina *corcho* ó *suber :* se produce también en los puntos en que una herida rompe la continuidad de la epidermis.

El corcho está constituido por varias hileras de células tubulares, rectangulares y estrechamente aplicadas unas á otras, sin dejar entre sí meatos. En un corte transversal del órgano, estas células están en general dispuestas radialmente en series regulares. Su membrana está formada por una sustancia análoga á la cutina, (véase pág. 257) es decir, impermeable al agua y capaz de resistir á los agentes más enérgicos de desorganización.

La formación del corcho y su espesor son debidos á la división varias veces repetida de algunas células sub-epidérmicas, cuyo conjunto forma, en torno del órgano considerado, una zona llamada *capa generatriz del corcho ó felógena.*

Se puede observar fácilmente una formación de este género

en la superficie de los tubérculos de la Patata, y en general de los ramos de todas las plantas dicotiledóneas, examinándolos poco tiempo después de haber salido de las yemas. Las raíces

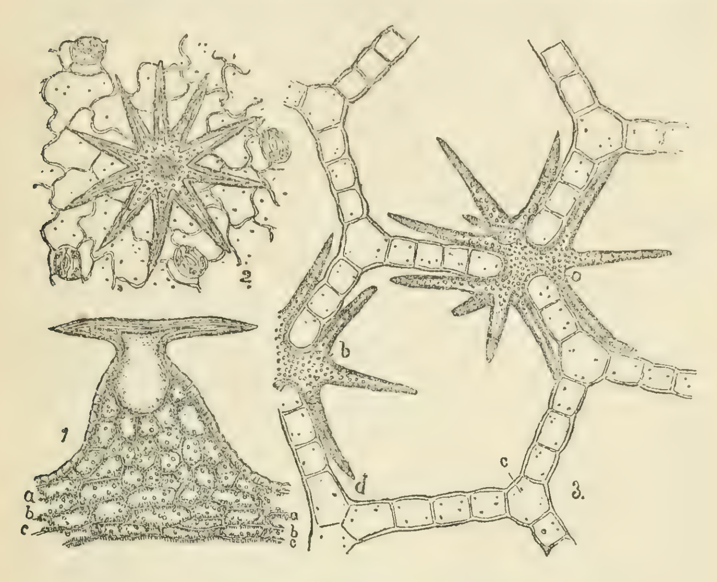


Fig. 105 — Pelos unicelulares ramosos: 1, terminado en naveta; 2 y 3 estrellados (Van Tieghen)

están provistas igualmente de una capa de corcho. Falta, al contrario, este tejido en las hojas y los otros órganos de poca duración.

PARÉNQUIMA

Se denomina *parénquima* á todo el tejido de células vivas, con excepción del tejido secretor, situado en el interior del cuerpo, debajo de la epidermis y del corcho. En la mayor parte de las Talofitas y las Muscíneas, en donde no hay epidermis, ni corcho, ni tejido secretor diferenciados, y en donde, por otra parte, todas las células son siempre vivas, el cuerpo entero de

la planta está formado por parénquima; pero, en este caso, tal denominación carece de interés.

La forma de las células del parénquima es tan variada como su estructura: generalmente cortas é isodiámetras, pueden ser también alargadas á manera de prismas ó de husos. Respecto á la estructura, las células pueden ser de paredes delgadas con un contenido abundante, ó de paredes espesas y escasas de contenido.

Parénquima de paredes delgadas — La asimilación y la reserva de los productos de esta función se verifican, en las diversas partes del cuerpo, en el interior de las células del parénquima de paredes delgadas. Estas células contienen con frecuencia granos de clorofila ó de almidón, otras veces sustancias grasas y otras, por último, en el interior de una sutil capa de protoplasma desprovista de corpúsculos sólidos, un jugo claro, acuoso ó ligeramente mucilaginoso: de ahí, los nombres de parénquima *clorofiliano, amiláceo, graso* y *acuoso*. En el parénquima acuoso, algunas veces las células están tan unidas que no dejan meatos entre sí; pero otras, redondeando sus ángulos, dejan entre sí meatos y hasta lagunas aeríferas: en este caso el parénquima toma el nombre de *lagunoso* ó *esponjoso*, y *estrellado* (Fig. 63, F.), si los brazos que unen las células son iguales y dispuestos en forma de estrella.

Las membranas de estas células son de celulosa pura y provistas de ordinario de puntuaciones simples.

Parénquima de paredes espesas — Las membranas de las células de este parénquima pueden mantenerse en estado de celulosa pura, tomando un lustre particular y propiedades físicas especiales para formar lo que se llama el *colénquima*; ó leñificarse con más ó menos intensidad, parénquima *escleroso*; ó, en fin, gelatinarse, parénquima *gelatinoso*. Este último caso se presenta en el talo de las Fucáceas, en el albumen del Algarrobo (Fig. 85), etc.: sus caracteres ya han sido estudiados en la pág. 258.

El colénquima forma en los tallos, los peciolos y los nervios de un gran número de plantas una capa continua; en otras,

haces aislados que se extienden ya directamente debajo de la epidermis, ya á diversas profundidades en el parénquima ordinario. Las células del colénquima son siempre alargadas, aunque en grados muy diferentes. El espesor está localizado algunas veces al nivel de los ángulos (Fig. 68) y otras es completamente uniforme. La membrana espesa siempre es muy refringente y brillante con reflejos azulados; no se hincha en el agua ; contiene una capa de protoplasma, núcleo, jugo celular, y á veces granos de clorofila ; aunque formada de celulosa pura, tiene mucha solidez y al mismo tiempo un poco de elasticidad. Este tejido tiene por objeto, como lo demuestran sus propiedades, sostener el órgano que le contiene sin impedir su crecimiento.

El parénquima escleroso se encuentra muy desarrollado, sobre todo, en la madera secundaria del tallo y de la raíz de las Dicotiledóneas, en el tallo, la hoja y la raíz de los Helechos y en diversas partes de un gran número de plantas. Juntamente con el colénquima que acabamos de estudiar y con el esclerénquima de que hablaremos en otro lugar, el parénquima escleroso contribuye á dar á los órganos la solidez que les es necesaria. Sus células, unidas íntimamente en capas ó en haces sin dejar entre sí meatos, son generalmente alargadas en forma de prisma, con caras transversas horizontales más ó menos oblicuas. Cuando una herida interesa este tejido, las células se modifican, pasan al estado de meristemo secundario, se tabican y producen un corcho de cicatrización : está compuesto, pues, de células vivientes. En algunos casos es difícil decir si se trata de parénquima escleroso ó de esclerénquima : estas dos formas de tejidos se unen por insensibles transiciones.

Endodermo — Se denomina *endodermo* ó *capa protectriz del cilindro central* la capa profunda del parénquima que, en la raíz y con frecuencia también en el tallo, rodea la región central del miembro, posee caracteres particulares y una función protectora, respecto á dicha región, análoga á la que posee la epidermis respecto al miembro entero.

Las células del endodermo tienen la forma de prismas cuadrangulares, más ó menos alargados, con frecuencia aplastados tangencialmente y siempre unidos íntimamente por sus caras laterales y transversas. Estas caras están provistas de pequeños pliegues escalonados más ó menos anchos, que forman en torno de las células una serie de pequeños dientes por medio de los cuales se engranan apretadamente. Estos pliegues se ven de frente sobre los cortes radiales, y sobre una sección transversal

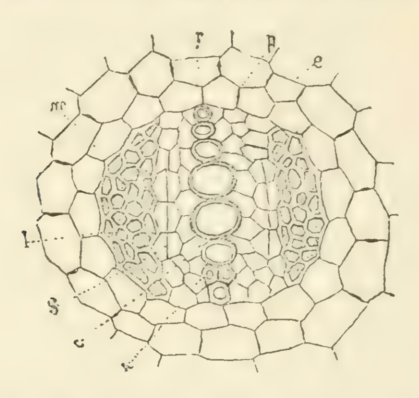


Fig. 106 — Sección transversal del cilindro central de la raíz del *Beta vulgaris* : p, endodermo que muestra los puntos ó rayitas oscuras en los tabiques radiales (Van Tieghen).

parecen como otros tantos pequeños puntos ó rayitas oscuras en cada tabique radial (Fig. 106, p.). Además, la membrana de estas células se suberifica con prontitud.

TEJIDO SECRETOR

El tejido *secretor* se compone de células vivas cuyas membranas permanecen delgadas, ordinariamente sin escultura y sin transformación, á veces puntuadas y suberificadas, en las cuales se forman inmediatamente y se acumulan diversas sustancias que no tienen empleo directo en la planta, es decir, productos de eliminación ó, como se dice, de *secreción*. La natu-

raleza de estos principios es muy diversa: ácido oxálico, tanino, mucílago y gomas, aceites esenciales, resinas, emulsiones lechosas de estas diversas sustancias que se llaman *látex*, etc. La forma y la disposición relativa de las células que los contienen son también muy variadas: ora son aisladas, simples ó ramosas; ora asociadas de diversos modos, en hileras, en redes, en capas, en masas, etc. Estos dos caracteres varían independientemente el uno del otro; en otros términos, células de la misma forma y de la misma disposición pueden contener sustancias muy diversas, en tanto que una misma sustancia puede ser secretada por células muy diferentes en la forma y la disposición. De ahí, dos grupos en que pueden reunirse las numerosas modificaciones del tejido secretor: por el contenido de las células, y por su forma y su disposición.

Tejido secretor formado por células solitarias — La epidermis y principalmente los pelos epidérmicos contienen frecuentemente células secretoras aisladas, llenas de aceite esencial ú óleoresina: tales son, por ejemplo, las células hinchadas que terminan los pelos articulados de las hojas de algunas Labiadas. El producto secretado filtra al vértice á través de la capa celulosa, despegando y levantando la cutícula; ésta se dilata cada vez más en forma de vesícula, y finalmente se rasga para dejar salir la materia óleoresinosa.

En el interior del parénquima se encuentran, con frecuencia, diseminadas aquí y allá algunas células secretoras de forma más ó menos diferente á las anteriores, y que contienen productos diversos: oxalatos de cal, cristales aislados, gomas, mucílagos, tanino, látex, resinas ó aceites esenciales.

Las células taníferas del Sahuco (*Sambucus nigra*), tienen más de veinte centímetros de largo y de 0^{mm} 025 á 0^{mm} 164 de ancho. Las células solitarias que contienen el látex en las Euforbiáceas, Urticáceas, Apocíneas y Asclepiadeas, se extienden sin discontinuidad desde la extremidad de las raíces hasta las hojas más altas: son poco numerosas, pero muy ramificadas. En el interior de una Morera grande pueden medirse las ramas de una de estas células hasta por kilómetros.

TEJIDO SECRETOR FORMADO POR UNA HILERA DE CÉLULAS.— Las células secretoras están algunas veces sobrepuestas, en el interior del parénquima, formando hileras longitudinales que se pueden seguir y aislar en las cortes de gran tamaño. Algunas veces se perforan los tabiques transversales y hasta las paredes laterales cuando dos hileras se tocan, y entonces se comunican directamente los protoplasmas y jugos celulares, sea de las células sobrepuestas ó de las hileras en contacto : forman en este caso un *simplasto secretor.*

TEJIDO SECRETOR FORMADO POR UNA RED DE CÉLULAS — Cuando las hileras de células secretoras, que acabamos de estudiar, en lugar de ser independientes, están unidas lateralmente á través del parénquima por filetes transversales ú oblicuos de células semejantes, forman una red de mallas más ó menos anchas. En estas redes pueden permanecer intactos los tabiques transversales ó reabsorberse completamente : en este último caso se tiene un *simplasto reticulado.*

TEJIDO SECRETOR FORMADO POR UNA CAPA DE CÉLULAS. CANALES Y SACOS SECRETORES — La epidermis está algunas veces, en ciertos lugares, constituida por células que secretan y expulsan hacia fuera, levantando la cutícula, un jugo gomoso ó resinoso, á veces azucarado. Cuando la superficie secretora no está localizada, las células tienen la misma forma que las epidérmicas ordinarias ; pero si, al contrario, aquella está circunscrita, son más pequeñas y más blandas que éstas.

En algunos pelos epidérmicos en forma de escudo la serie de células secretoras suele encontrarse en la lámina discóidea de aquellos.

En ambos casos, la capa de células pueden disociarse, dejar entre sí meatos y depositar entonces en éstos los productos de secreción, en vez de expulsarlos á la superficie, como en los casos anteriores.

Un gran número de plantas tienen su cuerpo atravesado por espacios intercelulares, espacios tapizados por células se-

cretoras que echan sus productos en ellos, de ordinario tubulados y que forman un sistema contínuo por toda la longitud de los órganos: son los *canales secretores* (Fig. 107). Algunas veces son cortos, cerrados por todas partes y di-

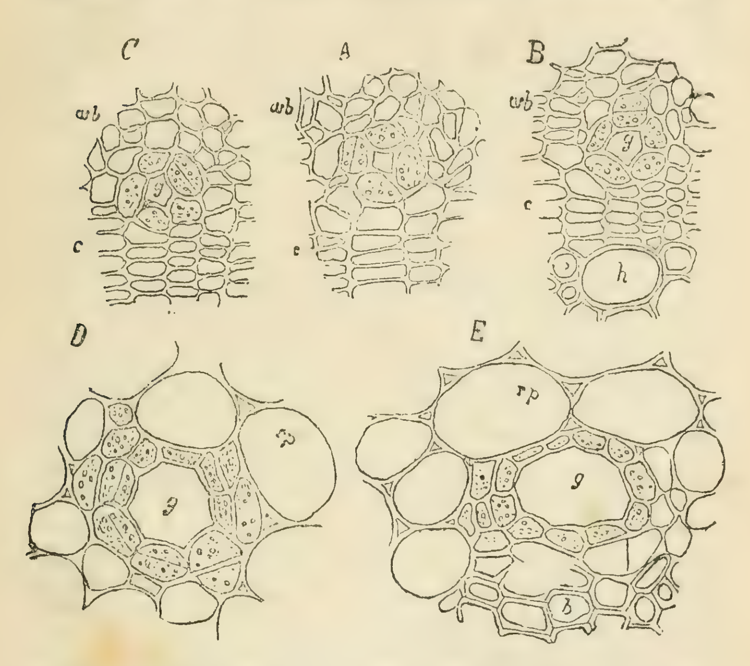


Fig. 107 — Canales secretores de un tallo joven de Hiedra (*Hedera Helix*) observado en corte transversal: A, B, C, canales jóvenes (*g*) situados en el límite del cambium c, y del líber blando wb; h, madera; D y E canales de más edad y más anchos (*g*) situados en el límite del líber (*b*) y del parénquima cortical (*rp*) (Van Tieghem).

seminados en el parénquima: son entonces *sacos secretores*. Para formar un canal secretor, todas las células de una serie vertical se dividen de ordinario cada una en cuatro por dos tabiques longitudinales, dispuestos en cruz; las cuatro células hijas se separan unas de otras dejando libre el centro y formando por lo mismo un meato cuadrangular que se agranda

poco á poco (Fig. 107, A). Las células hijas se dividen á su turno, con bastante frecuencia, por tabiques radiales y forman en torno al meato ya dilatado — laguna — un círculo de pequeñas células cada vez más numerosas (Fig. 107, D, E); pueden también dividirse por tabiques tangenciales, de manera que quede envuelta la laguna por un cierto número de hileras sobrepuestas (Fig. 107, D). En el caso más simple, las células de la serie inicial no se dividen sino por un sólo tabique longitudinal, y el meato, de forma lenticular y simulando un estómato sobre una sección transversal, está rodeado sólo por dos células.

Las células secretoras son de ordinario mucho más pequeñas que las del parénquima ambiente y rara vez más grandes; sus caras libres son algo convexas; tienen una membrana delgada y sin escultura, á veces coloreada de amarillo ú oscuro, y siempre suberificada cuando el producto secretado es aceite esencial ó resina; contienen un cuerpo protoplásmico con un núcleo, algunas veces granos de almidón y otras de clorofila. La sustancia que secretan la expulsan á través de la membrana de la cara libre, y la acumulan en la cavidad. La naturaleza química de ésta es muy variable: goma en ciertas Licopodiáceas y en la Cicádeas, resina en las Coníferas, aceite esencial en las Umbelíferas, Araliáceas y muchas Compuestas, etc.; y látex, en fin, en diversas Clusiáceas.

Los canales secretores están algunas veces reemplazados, en ciertas partes de las plantas, por sacos secretores, los cuales tienen el mismo origen y la misma constitución: es así, por ejemplo, en las hojas pequeñas de muchas Coníferas.

TEJIDO SECRETOR FORMADO POR UNA MASA COMPACTA DE CÉLULAS — La epidermis tiene frecuentemente, como se ha visto, pelos macizos: si todas las células de estos pelos secretan y expulsan su producto á través de las paredes de las células periféricas, se tendrá un tejido secretor externo formado por una masa compacta de células. Las yemas de un gran número de plantas tienen sus diversas partes aglutinadas por medio de

una sustancia gomosa ó por un mucílago mezclado con resina, que se llama *blastocolo*: esta materia es producida por pelos macizos de pedúnculos cortos, que se dilatan en la extremidad superior en forma de cinta, de abanico, esféricas ó cónicas.

Otras veces las células externas del pelo macizo no secretan, y entonces la materia producida por las internas queda aprisionada en el interior: en este caso, que forma transición del anterior al siguiente, los tabiques de las células interiores se reabsorben de adentro para fuera, siendo reemplazada la verdadera masa secretora por una cavidad, en que el contenido — mucílago y aceite esencial, productos de la secreción, y restos de las células destruídas — queda envuelto por las células periféricas.

Por último, en un gran número de plantas, la masa de células secretoras se forma debajo de la epidermis ó á cierta profundidad en el parénquima. Al principio, la masa es completamente compacta, pero más tarde los tabiques de las células centrales se reabsorben y en su lugar queda una laguna llena por el contenido de las células destruídas y tapizada por las células periféricas de la masa no reabsorbidas. No siguiendo así el desarrollo de este tejido secretor, podría creerse que fuera uno de esos canales ó sacos secretores que hemos estudiado anteriormente. Estas masas secretoras producen gomas ó mucílagos, algunas veces lechosos; forman nódulos en el parénquima de los tallos y de las hojas; y en algunas de éstas, vistas por transparencia, se muestran como otros tantos puntos claros, conteniendo en este caso aceites esenciales.

SUSTITUCIÓN Y EQUIVALENCIA DE LAS DIVERSAS FORMAS DE TEJIDO SECRETOR — Las diversas formas de tejido secretor, que hemos descrito, pueden reemplazarse unas á otras en las plantas afines, en los diversos miembros de una misma planta y en las diversas regiones de un mismo miembro: se equivalen, pues, bajo el punto de vista fisiológico.

Esta sustitución puede efectuarse de tres maneras: 1.° Entre tejidos de la misma forma y de contenido diferente: así, los canales secretores resinosos de las Coníferas son reemplazados

en las Cicádeas por los canales secretores gomíferos, etc. 2.° Entre tejidos de forma diferente y del mismo contenido : así, la oleoresina de las Aroideas es producida, ya por hileras de células, ya por redes anastomosadas, ya por canales secretores, ya por sacos secretores. 3.° Entre tejidos diferentes á la vez por la forma y el contenido : así, unas Compuestas contienen una oleoresina en canales secretores ; otras, un líquido resinoso en hileras de células ; otras, en fin, látex en redes.

Estas frecuentes sustituciones autorizan á no ver en las numerosas modificaciones del tejido secretor sino manifestaciones diversas de un mismo fenómeno.

ESCLERÉNQUIMA

Los elementos constitutivos del esclerénquima son células muertas. Desde el principio; estas células han espesado y leñificado con intensidad su membrana, al mismo tiempo que su cuerpo protoplásmico y su núcleo han desaparecido, no dejando como productos de su actividad más que un líquido claro con pequeños gránulos ó pequeñas masas oscuras, algunas veces también granitos de almidón sin actividad ó cristales de oxalato de cal. Este líquido siempre está reemplazado en parte por aire. La función del esclerénquima, como se deduce de sus caracteres, es esencialmente mecánica : sostiene las partes blandas, como el esqueleto de los animales vertebrados. Por esto es que se encuentra muy desarrollado en los vegetales de gran tamaño y notablemente en los árboles.

Los elementos del esclerénquima pueden reunirse en dos formas principales, entre las cuales existen muchas intermediarias : los cortos y los largos.

Esclerénquima de elementos cortos — En la forma corta se pueden reunir las células isodiámetras y las que, aunque un poco alargadas, no se terminan en punta. Tales son, por ejemplos, los elementos isodiámetros de consistencia petrosa que forman esos pequeños granos en la carne de las peras. Su

membrana muy espesa, intensamente leñificada y muy dura, está formada por capas concéntricas y atravesada por un gran número de canalículos ramosos (Fig. 108); su cavidad retraída contiene un líquido claro, y algunas veces una masa amorfa y rojiza.

Estas *células petrosas* se encuentran muy á menudo en las partes blandas y carnosas de las Dicotiledóneas, á veces aisla-

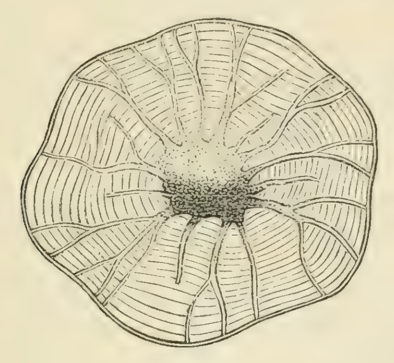


Fig. 108. — Célula con canalículos del pericarpio leñoso de la avellana (Según Reinke).

das en medio del parénquima y otras reunidas en grupos redondeados ó en redes (raíces tuberculosas de las Dalias, corteza de los árboles dicotiledóneos, etc.); en las Monocotiledóneas, al contrario, son muy raras.

Esclerénquima de elementos largos: Fibras — Las células del esclerénquima, largas y terminadas en punta en las dos extremidades, son los principales elementos del tejido de sostén, sobre todo en las Fanerógamas: generalmente se las llama *fibras*. Algunas veces están aisladas ó sobrepuestas formando filamentos en medio de un tejido diferente; pero, con más frecuencia, se encuentran estos filamentos íntimamente unidos lateralmente formando cordones, que entonces se denominan *haces fibrosos*, ó *capas fibrosas*, más ó menos espesos.

La forma de las fibras es bastante variable. La sección es poligonal cuando están unidas en haces ó en capas (Fig. 109), redonda cuando están aisladas en medio de un parénquima blando y lagunoso, como en muchas hojas coriáceas. Generalmente simples y fusiformes, algunas veces están terminadas en puntas en extremo agudas. En el líber de las Apocíneas y Asclepiadeas presentan alternativamente extrangulaciones y dilataciones. Cuando se desarrollan en un parénquima lagunoso se ramifican, al contrario, de diversas maneras: si éste está atravesado por canales aeríferos, sus ramas se extienden en ellos libremente en forma de pelos internos; y si es simplemente esponjoso, como en muchas hojas coriáceas, las fibras ramosas, con frecuencia estrelladas, llevan sus ramas radiantes hasta los meatos, sirviéndoles de sostén.

Las fibras ramosas son siempre cortas y anchas; las simples, al contrario, adquieren de ordinario una longitud considerable: de $2^{mm}6$ hasta 220^{mm}.

La membrana de las fibras del esclerénquima es tan gruesa que á veces hasta obtura la cavidad; pero este espesor no siempre es igual en toda la longitud, pues ciertas veces es más notable en unos puntos que en otros. El espesor centrípeto es algunas veces homogéneo (Fig. 65, pag. 242), como sucede en la mayor parte de las fibras empleadas en la industria; pero generalmente está provisto de puntuaciones estrechas, que casi siempre son verdaderas hendiduras (Fig. 77, pag. 248) y sólo algunas veces son redondeadas. Las capas concéntricas forman de ordinario tres sistemas diferenciados: una capa externa, una interna y otra media generalmente más espesa y más blanda que las otros dos. En muchas Coníferas y en el *Welwitschia mirabilis* la capa externa está llena de incrustaciones de cristales de oxalato de cal.

La membrana de las fibras, así espesada, está de ordinario leñificada, pero en diversos grados. En el líber del Lino del Cáñamo, por ejemplo, la leñificación es casi nula, pues la membrana azulea por el cloroioduro de zinc y casi no se colora en amarillo por el sulfato de anilina: en otras plantas, al contrario están intensamente leñificadas.

La cavidad de la fibra es generalmente continua de un extremo al otro; pero no es raro encontrar algunas en que aquella está subdividida por delgados tabiques transversales.

TEJIDO CRIBOSO

El *tejido criboso* debe su denominación á que las células que le constituyen están provistas, al menos en sus caras transversales, de puntuaciones compuestas ó perforadas, figurando cribas, como lo hemos dicho en las págs. 245 y 246. Este tejido se encuentra en todas las plantas vasculares, pero su estudio se ha hecho con más detención en las Angiospermas: es el elemento fundamental de lo que se llama, como veremos más adelante, el *líber* de estas plantas.

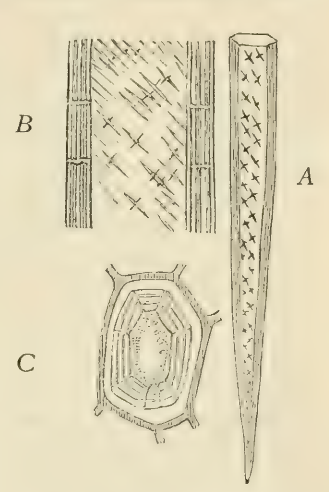


Fig 109. — Fibra de paredes oscuras del *Pteris aquilina*, provista de puntuaciones en hendiduras cruzadas. A, poco aumento. B, mayor aumento; C, corte transversal de la misma fibra, (Según Sachs).

Forma y disposición de las células cribosas — Las células cribosas, alargadas en forma de cilindro ó de prisma, siempre están superpuestas en hileras longitudinales. Estas hileras ó filamentos están con frecuencia aislados en medio de un tejido diferente; sus caras laterales carecen entonces de escultura ó no tienen sino puntuaciones simples; forman otros tantos *tubos cribosos* independientes, que se extienden sin discontinuidad por toda la longitud de los miembros. Cuando en un punto indeterminado del filamento y en la parte superior de una célula se adhieren otras dos divergentes, el tubo criboso habrá empezado á ramificarse; cuando algunos filamentos

paralelos se unen transversalmente ú oblícuamente por medio de células cribosas, que llevan cribas en sus dos extremidades, en contacto con las caras laterales unos de otros, se habrá formado una red cribosa : por último, cuando un número mayor ó menor de estos tubos, se reunen formando capas ó haces, en cuyo caso las caras laterales en contacto presentan cribas iguales á las de las caras transversas, la individualidad de los tubos habrá desaparecido y se tendrá una *capa* ó un *haz cribados*.

La membrana de las células cribosas es blanda, incolora y — salvo las cribas — permanece siempre en el estado de celulosa. La parte correspondiente á las cribas, al contrario, se hincha retrayendo cada vez más los poros, hasta el punto que, algunas veces, éstos se encuentran completamente obliterados en los meses de otoño y no se abren hasta la primavera siguiente. La sustancia de la criba así espesada, que se llama el *callo*, no es celulosa, sino una sustancia diferente, que parece ser celulosa gelatinizada.

Contenido de las células cribosas — En la parte interna de la membrana y estrechamente aplicada á ella existe una capa delgada, casi homogénea, de consistencia gelatinosa, formada por una sustancia albuminóidea análoga al protoplasma y desprovista de núcleo : contiene un líquido claro, alcalino, (*Cucurbita, etc.,*) que ocupa la región de la cavidad. En una, rara vez en las dos extremidades de las células, la capa parietal contiene una masa gelatinosa amarillenta, densa y brillante, que el iodo colora en amarillo y que es de naturaleza azoada: está completamente aplicada á la criba, bajo la forma de lámina delgada ó de tapón más ó menos prominente. Además, se encuentran con frecuencia pequeños granos de almidón en la capa parietal, sobre todo en las extremidades, que siempre faltan en la masa gelatinosa : este almidón no existe en las Cucurbitáceas.

Al través de los poros de las cribas, la sustancia de la capa parietal, arrastrando consigo la sustancia gelatinosa, pero no

los granos de almidón, se extiende sin discontinuidad de una célula á otra, en la forma de filamentos delicados: colorando á aquellos en amarillo por el iodo ó en rojo por la fuscina, se obtiene una especie de inyección natural de la criba, tanto más notable cuanto que la disolución alcohólica del iodo disuelve á la vez el callo y por lo mismo reduce las cribas á su esqueleto de celulosa.

En las Criptógamas vasculares, los tubos cribosos conservan siempre sus poros cerrados: las puntuaciones son enrejadas, no cribosas, (véase pág. 245).

Función del tejido criboso — El tejido criboso parece tener por objeto transportar á todas las regiones del cuerpo las sustancias plásticas y principalmente, en las Fanerógamas, las materias insolubles ¿Cuáles son estas sustancias? El almidón, que de ordinario abunda en estos tubos ¿toma parte en estos transportes? — Esto es imposible contestar por ahora.

TEJIDO VASCULAR

Caracteres generales del tejido vascular. Vasos.—El tejido vascular se compone de células de membrana leñificada, provista ésta de diversas esculturas en relieves ó en cavidades (pag. 242.): anillos, esferas, redes, puntuaciones simples ó areoladas. El protoplasma y el núcleo han desaparecido desde el principio de su formación, para dejar lugar á un líquido claro interrumpido sólo algunas veces por burbujas de aire: es, pues, un tejido de células muertas. Este tejido existe en todas las plantas provistas de raíces—carácter de las plantas *vasculares*— y constituye el elemento fundamental de lo que se llama, como veremos más adelante, la *madera*.

Las células vasculares, ordinariamente alargadas en forma de cilindro ó de prisma, están siempre sobrepuestas en hileras, que se extienden en toda la longitud del cuerpo: cada una de estas hileras ó filamentos longitudinales es un *vaso*. En ciertos puntos de los filamentos suelen adherirse á la extremidad superior de

una de sus células dos de éstas que divergen, y entonces el vaso se ramifica. Los vasos pueden estar aislados en medio de un tejido diferente ó reunidos formando capas ó haces. Las células vasculares y por extensión los vasos mismos se denominan espiralados, anillados, reticulados, escaleriformes ó puntuados, según la forma de escultura que tengan en sus caras laterales; pero es necesario tener presente que, si la escultura puede conservar su forma en un mayor ó menor número de células sucesivas dispuestas longitudinalmente en un vaso, puede también modificarse en la parte longitudinal de una célula y lo que es más aun puede variar en un mismo nivel en las diversas caras de una célula.

Dos especies de vasos: cerrados y abiertos.—En algunos vasos, la membrana de las caras terminales persiste, como la de las caras laterales, y entónces las células vasculares permanecen cerradas: el vaso es *discontinuo* ó *cerrado*. En otros, esa membrana se reabsorbe muy pronto y entonces todos los artículos del vaso quedan en comunicación directa formando un tubo continuo: el vaso es *continuo* ó *abierto*. Abiertos ó cerrados, los vasos pueden tener indiferentemente todas las formas de escultura, no diferenciándose sino por la permanencia de los tabiques transversales en unos y la pronta destrucción en los otros; estas dos formas se unen por otras intermediarias, en las cuales es á veces difícil determinar á cuál categoría de aquellas pertenecen.

Vasos cerrados.—Las células que componen los vasos cerrados son algunas veces cortas, isodiámetras (extremidades de las nervaduras, principalmente debajo de los estómatos acuíferos, etc); pero de ordinario son largas, puntiagudas en las extremidades, con una sección circular ó poligonal. La figura 71 (pag. 245) muestra, en el *Pteris aquilina*, una célula vascular escaleriforme; la figuras 74 y 75 (pág. 247) representan los vasos cerrados de las Coníferas.

La longitud de estos vasos varía generalmente entre $0^{mm}16$ y 1 milímetro (madera de la mayor parte de las Dicotiledóneas),

aunque algunas veces llegan á tener 4 milímetros (capas anuales de la madera de los Pinos) y hasta 120 milímetros de largo por 0 ^{mm} 5 de ancho *(Nelumbium speciosum.)*

Los vasos cerrados son más generales que los abiertos: todos los vasos que se encuentran en las extremidades de los nervios foliáceos, en la madera de las Criptógamas vasculares (1), la madera primaria de todas las Gimnospermas y la secundaria de las Coníferas y Cicádeas, la madera de muchas Monocotiledóneas, la madera primaria de ciertas Dicotiledóneas y la mayor parte de la madera secundaria de estas plantas, son vasos cerrados.

Vasos abiertos.—Para formar un vaso abierto, las células vasculares de un filamento primitivamente cerrado, á medida que espesan sus caras laterales, perforan y luego reabsorben sus tabiques transversales. Esta reabsorción es sólo parcial, quedando siempre un rastro visible del tabique: el borde, al menos, persiste en forma de anillo más ó menos saliente. Según esto, es posible reconocer en todos los casos, sobre un vaso completamente desarrollado, los diversos artículos que le componen.

La forma de los artículos es por lo común cilíndrica ó prismática, y con rareza hinchados en el medio en forma de tonel: con frecuencia son más largos que anchos. La dirección de los tabiques transversales que deben reabsorberse es horizontal ó más ó menos oblícua.

El tabique transversal, antes de perforarse, se espesa de la manera ordinaria, dejando una ó muchas partes delgadas que forman otras tantas puntuaciones; luego la membrana se reabsorbe en toda la extensión de dichas puntuaciones, subsistiendo sólo la parte espesada. Cuando el tabique es horizontal y á veces también cuando es oblícuo no se forma más que una puntuación central, verificándose después la comunicación de los artículos por una abertura circular ó elíptica: el resto del tabi-

(1) En las Criptógamas vasculares no se han encontrado vasos abiertos sino en el tallo del *Pteris aquilina* y en la raiz del *Athyrium Filix—femina.*

que forma un diafragma ó sólo un pequeño anillo. Cuando el tabique es muy oblícuo y raramente cuando es horizontal forma, al contrario, muchas puntuaciones de ordinario escalonadas en serie, según el eje mayor de la elipse, que se convierten más tarde en otras tantas aberturas separadas por cintas espesas: estas aberturas son raramente circulares y con más frecuencia alargadas, ya perpendicularmente al eje mayor del tabique elíptico que adquiere el aspecto escaleriforme, ya lo que es muy raro en la dirección de este eje. El tabique lleva á veces muchas hileras de agujeros ó de numerosas aberturas dispuestas en red: en este último caso, se parece á un tabique transverso de un tubo criboso. La mayor parte de los vasos anillados y espiralados se abren por una sola abertura, mientras que la mayor parte de los puntuados poseen una serie escaleriforme de orificios, pero esto no es constante: los vasos espiralados de la Viña y del Olivo tienen tabiques transversales escaleriformes.

El diámetro de los vasos abiertos varía con la edad de la parte en donde se forman : los que nacen primero son los más estrechos, y después aumentan el calibre hasta un cierto límite que depende de las especies. Los vasos de diámetro mayor se encuentran en las plantas trepadoras y volubles : así en los *Cucúrbita*, Ampelídeas, etc., los vasos alcanzan de $0^{mm}\,3$ á $0^{mm}\,5$ de diámetro.

FUNCIÓN DEL TEJIDO VASCULAR — La función de los vasos, abiertos ó cerrados, es esencialmente transportar á través del cuerpo de la planta vascular el agua y las materias disueltas, desde el lugar principal de la absorción, que es la región de los pelos de las raíces, hasta el punto de consumo predominante, que es la superficie de las hojas. Por esta razón, cuando la transpiración es nula y la absorción por consiguiente muy reducida, como sucede en las plantas sumergidas, el tejido vascular está muy poco desarrollado, existiendo casos en que se reabsorbe inmediatamente después de su diferenciación y casos en que no se forma. El tejido vascular es por lo tanto, como

el criboso, un tejido eminentemente conductor: de aquí, una cierta analogía, cierto paralelismo de extructura entre estos dos tejidos. Sin embargo, poseen caracteres propios, que se hallan justificados suficientemente por la diferencia de la sustancia de transporte y de la velocidad de la corriente: en efecto, por un lado, una materia gelatinosa insoluble, cuyo consumo es lento; y por otro, agua que tiene en disolución muy pequeñas cantidades de materias solubles, cuyo consumo es rápido.

Introducción de los productos de secreción en los vasos — En las plantas que poseen un tejido secretor interno muy desarrollado, tanífero, resinífero ó laticífero, cualquiera que sea por otra parte la disposición particular que afecta este tejido, no es raro ver en diversas partes ciertos vasos llenos en algunos puntos por la materia secretada, que forma placas de interrupción ó columnas más ó menos largas. ¿Cómo se verifica esta interrupción? En las plantas provistas de células laticíferas fusionadas en red (diversas Aroideas, Papaveráceas, etc.) se observa que, ciertas ramas terminadas en dedo de guante se aplican en diversos puntos contra los vasos y que se deslizan en su superficie: ahora bien, es probable que en este contacto íntimo, una parte de los productos secretados atraviese las membranas por las partes adelgazadas y se introduzca en la cavidad vascular. Los vasos de la madera vieja de las Coníferas y de muchas Dicotíledóneas aparecen, con frecuencia, llenos por masas resinosas; pero esta resina proviene, en este caso, sin duda alguna, de una alteración de las membranas.

Otras veces, en vez de contener productos de secreción, los vasos se encuentran obstruídos en parte ó completamente por células de parénquima, que constituyen producciones particulares denominadas *tilos*, y que provienen, según parece, del parénquima circunstante.

ESPACIOS INTERCELULARES AERIFEROS

Los diversos tejidos diferenciados que acabamos de estudiar dejan, con frecuencia, entre las células vivas ó muertas que les componen, intersticios que se reunen bajo la denominación de espacios intercelulares. Algunas veces estos intersticios están ocupados, desde que se han formado, por diversos productos de secreción: entonces tienen, como ya hemos dicho, dos orígenes diferentes, unos provienen de la disolución de las células secretoras que persisten en torno de la cavidad (canales y sacos secretores) otros de la destrucción de esas células que desaparecen (masas secretoras). Pero, con más frecuencia, los intersticios están ocupados por aire, y forman todos en conjunto un sistema aerífero que atraviesa todo el cuerpo de la planta terminando en los estómatos, por medio de los cuales comunica con la atmósfera. En algunos puntos, principalmente cerca de los estómatos acuíferos, están ocupados por agua. Este sistema aerífero, como el que está relacionado con la secreción, se puede formar de dos modos diferentes: por disociación primitiva de células permanentes, ó por destrucción ulterior de células transitorias.

Espacios aeríferos formados por disociación — Estos espacios aeríferos se encuentran principalmente localizados en el parénquima asimilador. El volumen relativo que en ellos ocupa el aire varía mucho: 8 p. 100, por ejemplo, en la hoja del *Camphora officinalis;* llega hasta 70 p. 100 en la del *Pistia texensis.* Este volumen es tanto mayor cuánto más húmedo es el medio de vegetación, y por lo mismo llega á su máximum en las plantas acuáticas.

La dimensión de los intersticios es muy variable: si son pequeños, de un diámetro menor que el de las células circunstantes, se llaman *meatos;* sin aumentar, sin sobrepasar mucho á éstos, *lagunas;* en fin, si adquieren un volumen mucho más grande, *cámaras*, y cuando éstas se extienden mucho longitu-

dinalmente, *canales* aeríferos. Lo que hemos dicho de la formación de los meatos y lagunas en la pág. 355, nos dispensa hablar más de ellos; pero las cámaras y canales merecen alguna detención.

Estos espacios adquieren sus mayores dimensiones en las plantas de los pantanos y acuáticas, (*Isoete*, *Marsilia*, Aroídeas, Hidrocarídeas, Ninfeáceas, etc.). Las cámaras son cavidades poliédricas ; los canales se extienden paralelamente en forma de prismas ó cilindros por toda la longitud de los órganos, ya sin discontinuidad, ya entrecortados por un gran número de diafragmas transversales que les dividen en varios departamentos. En el tallo están siempre interrumpidos en los nudos por un disco espeso de parénquima denso, atravesado por diversos tejidos que pasan á las hojas. El muro que separa dos canales aeríferos vecinos no tiene de ordinario sino una hilera de células íntimamente unidas entre sí, sin meatos que puedan hacer comunicar directamente un canal con otro (peciolo de las Ninfeáceas, etc.) ; algunas veces, sin embargo, estos muros dejan entre las células meatos estrechos. La cara libre de las células que limita el canal es lisa y algunas veces tapizada por una delgada cutícula (*Nuphar*, etc.).

DIAFRAGMAS—Los canales aeríferos son contínuos en todas las raíces, en los entrenudos del tallo de ciertas plantas acuáticas (*Hippuris, Nelumbium,* etc.) y en la hoja de las Ninfeáceas. Al contrario, son entrecortados por diafragmas en los entrenudos y en las hojas de las Monocotiledóneas, en el peciolo del *Sinnanthemum,* en el tallo y las hojas de las Marsiliáceas, en las hojas de los *Isoetes*, etc : estos diafragmas están separados con regularidad por una distancia que á veces es de un milímetro y otras hasta de un centímetro. En las canales vecinos están colocados ya á alturas diferentes y alternos, ya á la misma altura pareciendo entonces que un mismo diafragma se extiende á través de varios de ellos.

Los diafragmas se componen ordinariamente de una, rara vez de varias hileras de células parenquimatosas, con frecuencia

provistas de clorofila, separadas por meatos que sirven de comunicación á los departamentos sucesivos: estos meatos, estrechos ú anchos, están comprendidos entre los brazos de las células estrelladas. Los nervios longitudinales de las hojas, separados por canales aeríferos, están con frecuencia unidos por ramas anastomóticas, que atraviesan los canales por el espesor de los diafragmas. Por los diafragmas comunes á varios canales y por los nudos, los canales aeríferos comunican indirectamente entre sí, y todos en conjunto con las lagunas y los meatos del parénquima, que á su turno, franqueando los estómatos, comunican con el aire ambiente.

Pelos internos—En las plantas que producen mucho oxalato de cal, esta sal cristaliza frecuentemente en las células que circundan los canales aeríferos ó que componen los diafragmas. Algunas veces, estas células tienen la forma ordinaria, pero con más generalidad hacen prominencia en la cavidad bajo las formas de papilas ó de pelos; más tarde la membrana se adelgaza y el cristal parece estar libre en la cavidad. Cuando la célula contiene un cristal redondeado, se hincha figurando una esfera; pero si contiene un paquete de ráfides ó un solo cristal alargado como una aguja, entra más en el canal; si pertenece en este caso á un diafragma ó á un muro longitudinal compuesto de una hilera de células, hace prominencia de ordinario en los dos lados á la vez.

En las lagunas del rizona y de la base del peciolo de los *Aspidium filix-mas*, etc., algunas células del borde se convierten en pelos unicelulares, con vértice piriforme, que secretan una resina verdosa.

En los canales del peciolo y del pedúnculo, así como en las lagunas del limbo de las Ninfeáceas, se observan pelos estrellados (Fig. 105,3), enclavados por el medio en un muro y enviando sus brazos á varios canales vecinos: estos pelos tienen sus membranas espesadas y cubiertas de verrugas incrustadas de oxalato de cal.

Espacios intercelulares formados por destrucción — Los espacios intercelulares que tienen su origen en una destrucción local del parénquima son siempre cámaras ó canales. Por sus contornos irregulares, formados por restos de células desgarradas, se les distingue fácilmente de las cámaras aeríferas formadas por disociación. La cavidad central del tallo ahuecado de las Equisetáceas, Gramíneas, Umbelíferas, Compuestas, Labiadas, etc. ; y las cavidades de las hojas de las Gramíneas, Umbelíferas, etc., son espacios intercelulares formados por destrucción. En el tallo, las cavidades siempre están interrumpidas en los nudos. De un nudo á otro se extienden generalmente sin discontinuidad ; algunas veces, sin embargo, están entrecortadas por diafragmas más ó ménos espesos, formados por restos de parénquima que han escapado á la destrucción (*Juncos*, hojas de *Pandanus*, etc.)

APARATOS

Se da el nombre de *aparato* á un conjunto de tejidos que tiene una función común, sea ésta mecánica, física ó química.

Aparato tegumentario ó protector. Hipodermis — El aparato tegumentario alcanza un gran desarrollo en las partes del cuerpo expuestas al aire y á la luz, sobre todo cuando están destinadas á vivir mucho tiempo ; se reduce mucho, al contrario, en los miembros subterráneos ó sumergidos, y en los que viven poco tiempo en el aire.

En los Talofitas (talo de los Líquenes, esclerotes y frutos de muchos Hongos grandes) y en el tallo de la mayor parte de los Musgos, el aparato protector está constituído simplemente por la zona externa del parénquima que compone todo el cuerpo de estas plantas. Sus células son tanto más pequeñas, más apretadas y más resistentes cuanto más se acercan á la superficie, y sus membranas espesadas generalmente toman coloraciones más ó menos oscuras ; muchas de la serie más externa se convierten en pelos. En el tallo del *Sphagnum cymbifolium*,

el aparato tegumentario se complica y se muestra compuesto de dos capas distintas, diferenciadas en el parénquima general : la externa está formada por una ó varias series de anchas células vacías, que se abren hacia fuera y unas en otras por medio de grandes agujeros, cuyas membranas delgadas y poco coloreadas están reforzadas algunas veces por cintas de espesor espiraladas; la interna tiene sus células mucho más apretadas, progresivamente holgadas hacia el interior, con membranas espesadas con uniformidad é intensamente coloreadas.

Ya en el talo de ciertas Hepáticas y en el fruto de los Musgos, pero sobre todo en el tallo y en las hojas de todas las plantas vasculares, el aparato tegumentario está constituído, al menos, por una epidermis, simple ó compuesta (1) (véase pág. 340).

A la epidermis se asocian generalmente, con el objeto de reforzarla, las células del parénquima subyacente, que se diferencian de las otras, y por lo mismo se las individualiza denominándolas en conjunto *hipodermis*. La hipodermis puede estar formada por una capa contínua de células cortas de paredes delgadas y contenido acuoso: se parece entonces á las hileras internas de una epidermis compuesta, llegando á tener algunas veces un gran espesor, como en los *Eradescantia* y muchas Bromeliáceas. Pero generalmente sus células espesan intensamente las membranas y constituyen sea un colénquima, un perénquima escleroso ó un esclerénquima.

El colénquima hipodérmico forma, ya una capa contínua de células cortas, ya una serie de haces de células largas, paralelas entre sí, y separadas por bandas de parénquima ordinario en cuya longitud se localizan los estómatos, (peciolo y tallo de las Umbelíferas, etc.). El parénquima escleroso hipodérmico forma generalmente una capa contínua, interrumpida solamente debajo de los estómatos (tallo de las Palmeras, etc.). Las fibras del esclerénquima hipodérmico están aisladas (hojas de las

(1) Epidermis compuesta es la que está formada por dos ó más hileras de células sobrepuestas.

Cicádeas) ó agrupadas en haces paralelos (hojas de las Palmeras, etc.), ó reunidas en una capa contínua (hojas de las Coníferas, etc.). Cuando se hace necesaria una gran resistencia, estas células de refuerzo se alargan perpendicularmente á la superficie de la epidermis, formando prismas apretados.

Cuando la epidermis y la hipodermis son caducas, ya con anterioridad son reforzadas y más tarde reemplazadas por el corcho, que constituye desde ese momento la parte esencial del aparato tegumentario.

En la raíz, en donde la exfoliación de la epidermis y de las capas subyacentes que forman la cofia es muy precoz, el aparato tegumentario es necesariamente de naturaleza hipodérmica.

En fin, el endodermo, (endodermis ó endoderma) suberificado ó esclerosado, debe ser considerado, en los diversos miembros, como una parte integrante del aparato tegumentario, aunque está situado á mayor profundidad que los anteriormente descritos.

APARATO CONDUCTOR. HACES LIBERIANOS, HACES LEÑOSOS, HACES LIBERO-LEÑOSOS — El aparato conductor no está claramente diferenciado del perénquima sino en las plantas de raíces. Se compone de dos tejidos: el tejido criboso que transporta esencialmente las materias insolubles, y el tejido vascular que conduce el agua y las sustancias disueltas. El tejido criboso, algunas veces sólo y con más generalidad unido á otros tejidos que le ayudan á desempeñar su función, forma haces que corren bajo la forma de cordones por toda la extensión del cuerpo de la planta: se les denomina *haces liberianos*, y su conjunto forma el *líber* de la planta. El tejido vascular, también algunas veces solo y de ordinario acompañado de otros accesorios, que le ayudan en su función, constituye haces paralelos á los haces liberianos, que se extienden como ellos por toda la longitud del cuerpo: se les llama *haces leñosos* y su conjunto constituye la *madera* de la planta.

En la raíz joven, los haces liberianos y los haces leñosos

están aislados: alternan en la vecindad de la periferia del cilindro circunscrito por el endordermis, y se extienden paralelamente sin reunirse, ni ramificarse, por toda la longitud del miembro. En el tallo y en la hoja, al contrario, están internamente unidos de á dos formando haces dobles, llamados líbero-leñosos. En el tallo, los haces líbero-leñosos son más ó menos flexuosos; en los nudos, mientras que algunos de ellos pasan á las hojas, otros se ramifican para reforzarles, ó se unen á sus vecinos por ramas anastomóticas transversas. Una vez en las hojas, en donde constituyen los nervios, los haces líbero-leñosos se ramifican y se anastomosan de diversas maneras antes de terminar.

En la gran mayoría de casos, las dos partes del haz líbero-leñoso están unidos entre sí por sólo una parte de su superficie, quedando el resto en contacto con los tejidos circunvencinos: el haz se llama entonces *colateral*. Algunas veces, sin embargo, una de las partes pasa al lado opuesto de la otra: el haz es *bicolateral*. En este caso puede suceder que el líber quede contenido entre la madera, ó lo que es más general que la madera quede entre el líber.

En el tallo, los haces colaterales están normalmente orientados de manera á volver la madera hacia adentro y el líber hacia afuera: en el limbo de la hoja, por consiguiente, la madera queda hacia arriba y el líber hacia abajo.

Cuando el líber de los haces líbero-leñosos llega á su completo desarrollo contiene, además de sus tubos cribados, un parénquima interpuesto de paredes delgadas que se llama *parénquima liberiano*; contiene también, diversamente dispuestos, fibras de esclerénquima, *esclerénquima liberiano* ó *fibras liberianas*. Sucede lo mismo con la madera cuando está completamente desarrollada: si tiene sus vasos entremezclados de parénquima, forma un *parénquima leñoso*; si de fibras de esclerénquima, un *esclerénquima leñoso* ó *fibras leñosas*.

La figura 110 representa la sección longitudinal radial de un haz líbero-leñoso colateral, tan completo como es posible, tomado de una Dicotiledónea.

Aparato de sostén ó estereoma— En las plantas inferiores pluricelulares, el sólo hecho del entabicado y la turgescencia de las células dan al cuerpo una solidez tan suficiente, que no tiene necesidad para sostenerse de ningún aparato especial. Sucede lo mismo en las plantas vasculares sumergi-

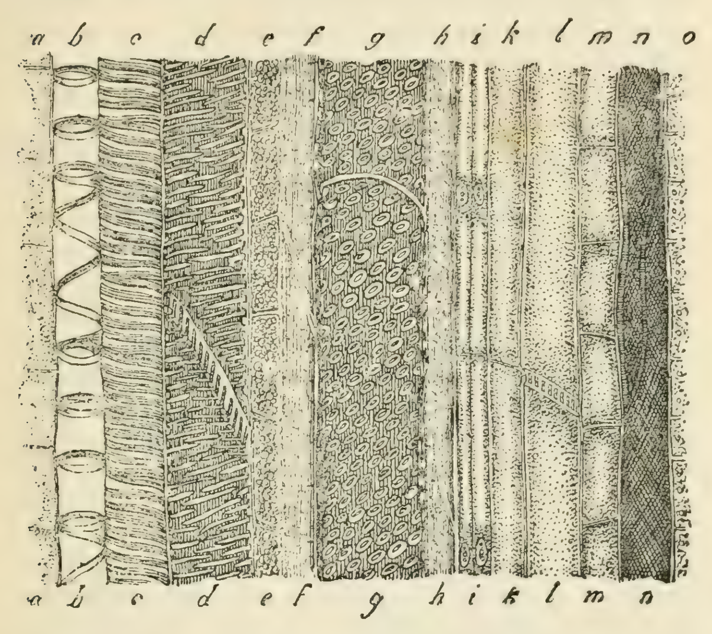


Fig. 110. — Sección longitudinal radial de un haz líbero-leñoso colateral tomado del tallo de un Dicotiledónea: *o*, parénquima externo; *a*, parénquima interno; *ni*, liber; *ib*, madera. El liber comprende: *n*, fibras liberianas; *m*, parénquima corto; *l*, tubo criboso; *k*, parénquima largo. La madera comprende: *h*, fibras leñosas tabicadas; *g*, vaso puntuado areolado abierto; *f*, fibras leñosas; *e*, parénquima leñoso; *d*, vaso rayado cerrado; *c*, vaso espiralado; *b*, vaso anillado y espiralado. (Según Kny).

das. La mayor parte de los vegetales superiores, que se dirigen al aire, se ramifican y adquieren grandes dimensiones, tienen, al contrario, en el interior del cuerpo un aparato de

sostén más ó menos desarrollado, que puede compararse al esqueleto de los animales vertebrados. Este aparato lo componen: 1.° las células aisladas, los haces ó la capa de colénquima, de parénquima escleroso ó de esclerénquima, que se encuentran debajo de la epidermis y entran, como hemos dicho, en la composición del aparato tegumentario; 2.° los haces ó vainas de colénquima, de parénquima escleroso ó de esclerénquima unidos á los haces conductores; 3.° los elementos esclerosos que forman parte integrante del líber y de la madera; 4.° y último, elementos propios. En efecto, en el espacio comprendido entre el aparato tegumentario y el aparato conductor, así como en el espacio circunscrito por este último, se encuentran generalmente capas, haces, una colonia central ó células aisladas de colénquima, de parénquima escleroso ó de esclerénquima; además, los pelos esclerosos de las lagunas aeríferas y el endodermis cuando está leñificado.

Todas esas partes en conjunto, capas, haces, vainas, masas, elementos aislados, constituyen el aparato mecánico de solidificación de la planta; al cual se ha dado el nombre de *estereoma*, llamando *estereides* á las células que le componen, cualquiera que sea su naturaleza y situación particulares.

Aparato conjuntivo — Bajo el punto de vista mecánico, todo lo que está comprendido en los intervalos de los tres aparatos precedentes, todo lo que les reuna para componer un miembro, constituye el aparato conjuntivo. El desarrollo de este aparato está en razón directa del de los otros tres. Su función mecánica es poco importante: en cambio es en él donde tienen lugar los actos químicos de la asimilación, los de reserva y los de secreción; es también en su masa donde se encuentran los meatos, lagunas y canales que componen el aparato aerífico; y, por último, es á sus expensas que se forma el aparato de absorción.

Aparato asimilador — La asimilación del carbono por medio de la clorofila, que puede efectuarse por ciertas par-

tes del aparato tegumentario, como la epidermis ó el colénquima de células cortas; que puede también efectuarse en el aparato conductor, en el interior de las células de perénquima liberiano leñoso; se opera con muchísima intensidad en la región periférica del aparato conjuntivo, situada debajo del sistema tegumentario, principalmente en los tallos y en las hojas.

Aparato de reserva — Los materiales de reserva son depositados, en parte, en el aparato conductor mismo; las células del parénquima liberiano y leñoso contienen generalmente almidón en la primavera; pero esta función se efectúa generalmente en medio del aparato conjuntivo, en su región central como en la Patata, ó en su región periférica como en los tubérculos de la Ficaria y del *Orchis*.

Aparato secretor — La secreción tiene lugar con bastante frecuencia, como se ha visto, á expensas del sistema tegumentario y principalmente en la epidermis. El tejido secretor se encuentra, con mucha frecuencia, en el aparato conductor y sobre todo en el líber y con más rareza en la madera. En el aparato conjuntivo también se encuetran generalmente células secretoras diferenciadas.

Aparato absorbente — En las plantas vasculares, el aparato absorbente está constituído por la capa periférica del cuerpo denudado de la raíz, la cual pertenece al aparato conjuntivo. En los vegetales acuáticos sumergidos, la epidermis con membranas delgadas y poco ó nada cutinizadas del tallo y de la raíz forma parte también de este aparato. En diversas plantas terrestres, la epidermis puede absorber, en casos especiales, los líquidos nutritivos.

Aparato aerífero — Este aparato comprende todas las cavidades aeríferas del cuerpo de la planta, cualquiera que sea su origen, provengan de la disociación del tejido, de la destrucción total de las células, ó simplemente de la muerte

de las células con admisión del aire en sus cavidades. Comprende, pues, porciones del aparato tegumentario, principalmente los estómatos por donde se pone en comunicación con el aire atmosférico, los pelos muertos, el corcho, etc., Invade, algunas veces, el aparato conductor : en efecto, los vasos de la madera pueden reabsorberse y quedar reemplazados por aire en muchas plantas acuáticas; en los vegetales terrestres, los mismos vasos están con frecuencia ocupados en parte por aire, en los casos de intensa transpiración é incompleta provisión de agua en el suelo. Pero en el sistema conjuntivo es donde generalmente se encuentran los meatos, lagunas, cámaras y canales. En las plantas acuáticas, los canales aeríferos están dispuestos paralelamente á los haces conductores.

MIEMBROS

Bajo la denominación de *miembros*, estudiaremos la extructura del tallo, de la hoja y de la raíz.

De lo que hemos expuesto anteriormente, se deduce que no pueden existir miembros de diferente naturaleza, sino en las plantas relativamente elevadas en organización, en las que la existencia de tejidos diferenciados da como consecuencia una cierta complicación de extructura en las diversas partes.

En las Talofitas, la uniformidad del tejido no permite apreciar, entre las diversas partes, otra diferencia, que la que pueda dar la forma exterior.

En la mayor parte de los Líquenes, á pesar de que el talo es completamente irregular en su forma exterior, ninguna de sus partes, sin embargo, merece un nombre especial. En los Hongos propiamente dichos, la parte vegetativa no tiene ninguna forma determinada: sólo la región que lleva los esporos puede afectar una forma acabada, tal como la de sombrero en los Agaricos, y aun aquí mismo pueden encontrarse todas las gradaciones, de tal manera que no es posible definirla por los caracteres constantes de los miembros diferenciados.

En fin, las Algas tienen algunas aparentes diferenciaciones: los *Caulerpa,* á pesar de ser Algas unicelulares, parecen poseer miembros análogos á los tallos y raíces de las plantas superiores, pero no son sino una semejanza de ellos, puesto que se trata de partes de una misma célula. En las Algas membranosas, tales como el *Dyctiota dichotoma*, el talo se ramifica por un procedimiento diferente del que se observa en los tallos de las plantas vasculares: cada una de las ramas del talo crece por la acción de una célula terminal. Cuando la rama debe ramificarse, la célula terminal se divide en dos por un tabique longitudinal y cada una de éstas se hace terminal: la rama se ha *dicotomisado*. Este modo particular de ramificación aumenta la diferencia entre los talos y las plantas de miembros diferenciados.

Conviene, sin embargo, observar que existen notables formas de transición entre las Talofitas y las plantas de miembros diferenciados: los Musgos, por ejemplo, aunque no poseen más que células y no verdaderos vasos, tienen ya hojas bien caracterizadas y claramente diferenciadas del tallo.

En las plantas vasculares, la diferencia de los miembros se presenta ya con toda claridad.

Todas las partes de las plantas superiores se pueden reunir en tres tipos principales: el tallo, la hoja y la raíz. Los pelos, que algunos han considerado como un cuarto tipo, son dependencias epidérmicas de los miembros que entran en uno de los tipos precedentes.

TALLO

El tallo sólo puede definirse por la propiedad que posee de producir hojas. Toda porción de la planta, que lleva miembros diferentes del que es ella misma, es un tallo.

Comparando los estados primarios del tallo es que se puede llegar á establecer leyes generales relativas á su extructura y reconocer en este órgano un tipo común á todos los grupos vegetales. La forma más simple consiste en un cilindro, cuya

superficie presenta una epidermis y cuyo eje está ocupado por un haz vascular que contiene elementos leñosos y elementos liberianos.

En las Muscíneas, el tallo está formado por un cilindro puramente celular, que no permite distinguir de ordinario alguna epidermis, aunque es verdad que las células más externas son más pequeñas que las del tejido subyacente: poseen una membrana más espesa, pero la diferencia no es tan notable para poder denominarla epidermis. En algunas especies de Musgos, el eje del tallo está ocupado por células estrechas alargadas, sensiblemente diferentes de las que están en su derredor; pero no es un verdadero haz, puesto que no tiene elementos vasculares característicos: esta formación representa ya el haz que se deserrollará completamente en las plantas más perfectas.

El tallo de los Musgos está, pues, caracterizado por la propiedad morfológica de producir lateralmente hojas y por no presentar la diferenciación anatómica que existe en las plantas vasculares.

Tallo de las plantas vasculares — La forma más simple se encuentra tanto en las Criptógamas vasculares como en las Fanerógamas, sobre todo en las plantas acuáticas en que el modo de vida exige una organización menos completa. Esta forma está representada por tres sistemas anatómicos diferentes: la *epidermis*, el *parénquima cortical* y el *cilindro central*.

La epidermis y el parénquima cortical tienen los caracteres ordinarios, que ya hemos descrito. El cilindro central está formado completamente por un solo haz macizo, en que los elementos liberianos y leñosos están dispuestos unos al lado de otros sin orden regular. En un grado de organización más elevado, el cilindro central se desarrolla relativamente mucho más, y sus haces se disponen en círculo conteniendo entre sí una masa de tejido conjuntivo denominada *médula*.

Extructura primaria del tallo — En el estudio anatómico del tallo es necesario distinguir, la extructura primaria, que sucede inmediatamente á la diferenciación del meristemo primitivo, de la extructura secundaria que, en las Dicotiledóneas y Coníferas, se establece más tarde á consecuencia de la actividad de una zona generatriz.

Considerando solamente la extructura primaria, podemos admitir un tipo de organización común en todos los tallos, que no debemos esperar, sin embargo, que permanezca constante hasta la edad adulta; en efecto, puede variar considerablemente no sólo por las condiciones del medio de vida en que habitan las plantas, sino también por la manera de producir las hojas. Según que éstas estén más ó menos próximas á la superficie del tallo, que su inserción se haga sobre un arco más ó menos extenso con relación á la circunferencia de aquél, que las dimensiones de las hojas sean más ó menos considerables, la extructura del tallo puede desviarse también más ó menos del tipo normal. Nosotros no entraremos en todas estas modificaciones: describiremos el tallo tal como puede observarse en la parte media de un entrenudo.

Un corte transversal del tallo, tomado en las condiciones precedentes y cerca de la extremidad de un ramo todavía en vía de crecimiento, puede descomponerse, como el de la raíz, en tres zonas concéntricas: la epidermis, el parénquima cortical y el cilindro central. Estas tres capas corresponden á las que ya hemos indicado, en la región del meristemo primitivo, con los nombres de dermatógeno, periblemo y pleromo (pág. 338). La epidermis no es sino el dermatógeno completamente desarrollado; el periblemo pasa á ser el parénquima cortical; y el cilindro central no difiere del pleromo más que en la diferenciación de los elementos que en aquél ha terminado.

Epidermis — La epidermis del tallo presenta en su juventud una capa continua de células generalmente desprovistas de clorofila y cuticularizadas en la cara externa, cuya membrana

está de ordinario espesa. En los tallos aéreos, presenta con frecuencia estómatos, y produce pelos de formas extremadamente variadas. Algunas veces permanece simple; pero otras sus células se dividen por medio de tabiques tangenciales, y entonces se produce una epidermis formada por varias hileras de aquéllas.

Parénquima cortical — El parénquima cortical, ó corteza primaria, puede presentar todas les variedades del tejido conjuntivo. No insistiremos en la descripción de estas variedades (véase parénquima, pág. 347 y siguientes); pero sí haremos notar que el parénquima cortical puede estar atravesado por haces líbero-leñosos, que no le pertenecen propiamente, que establecen una comunicación vascular entre el cilindro central del tallo y los nervios de la hoja; como también por vasos que van á terminar en las raíces adventicias. Estos se distinguen generalmente, no sólo por su dirección horizontal, sino también par la vaina de parénquima que les acompaña.

En la raíz se encuentra constantemente un límite preciso entre el parénquima cortical y el cilindro central: es el endodermis que, fácil de reconocer por sus células plegadas, forma la capa más interna del parénquima cortical. En el tallo sucede algunas veces la misma cosa: la porción del tallo del Ricino, inferior á los cotiledones, presenta una capa continua de células especiales amilíferas, que envuelve todo el cilindro central y limita netamente el parénquima cortical. En muchas otras plantas puede encontrarse algo análogo; pero de un modo general puede decirse que el endodermis falta en el tallo, ó al menos no posee caracteres distintivos constantes. Resulta de esto que, poseyendo el cilindro central un tejido conjuntivo ó parénquima comparable al de la corteza, será con frecuencia difícil, sino imposible, limitar exactamente estas dos regiones.

Cilindro central — El cilindro central del tallo está esencialmente caracterizado por la presencia de haces vascula-

res; comprende además, algo de tejido conjuntivo. Los haces del tallo son siempre completos, es decir, formados de una parte liberiana y de una parte leñosa, que se acompañan constantemente en toda su extensión longitudinal, y nunca se observan los haces puramente leñosos ó puramente liberianos de la raíz.

Los haces líbero-leñosos están, en el tallo leñoso, agrupados, la mayor parte de las veces, en la extensión de un círculo que ocupa la circunferencia misma del cuerpo central; en el interior de este círculo se encuentra el tejido conjuntivo, formado por un parénquima de células anchas que dejan entre sí los más grandes meatos, el cual forma la *médula*; los haces periféricos están separados lateralmente unos de otros por masas de tejido conjuntivo denominadas radios *medulares*, que ora son espesos y entonces los haces están muy separados, ora sutiles y entonces estos parecen formar un círculo continuo. El cilindro central, ó parénquima conjuntivo central, está pues compuesto de la capa periférica, la médula y los radios medulares. La dirección longitudinal de los haces nunca es rectilínea y vertical, siempre es flexuosa; doblándose un haz hacia otro de sus vecinos contrae con él adherencias, después se separa para encorvarse nuevamente un poco más arriba. Debe, pues, considerarse el conjunto de haces de un tallo, como si formase en la superficie del cilindro central una red de mallas más ó menos apretadas, que difiere esencialmente de las láminas planas y verticales que describiremos en la raíz.

Hemos dicho anteriormente que las hojas están en relación con el cilindro central: en la mayor parte de las Dicotiledóneas, en las Coníferas y en los Helechos, los haces que van hacia una hoja se separan pura y simplemente de la periferia del cuerpo central y se dirigen oblicuamente á través del parénquima cortical hacia su punto de emergencia.

En las Monocotiledóneas, la extructura del tallo se hace más complicada por la manera de aislarse los haces foliáceos: en lugar de dirigirse inmediatamente hacia el exterior, se incli-

nan antes hacia el centro, para después doblarse nuevamente y atravesar una de las mallas de la red y entrar entonces en el parénquima cortical; puede también suceder que, en vez de volver al lado que primitivamente se dirigieron, atraviesen la médula completamente y salgan por el lado opuesto.

Formaciones secundarias—En las (Figs. 111 y 112) Dicotiledóneas y Coníferas el tallo produce, después de llegar al estado que acabamos de describir, formaciones secundarias que determinan su crecimiento transversal; en las Criptógamas vasculares y en la mayor parte de las especies de las Monocotiledóneas, al contrario, no se produce nada semejante.

El espesor de los tallos de las Dicotiledóneas y de las Coníferas es debido á la actividad de una zona generatriz. La zona generatriz, que se observa al nivel de los haces líbero-leñosos dispersos por la circunferencia del cilindro central, parece ser una porción del meristemo primitivo, que no se ha diferenciado, cuyas células han permanecido en el estado de juventud y han conservado la propiedad de dividirse. El desarrollo de esta zona es centrípeto para la parte liberiana, es decir, los elementos más próximos de la periferia son los primeros que se diferencian, efectuándose la diferenciación de fuera á dentro; para la madera, al contrario, la marcha es centrífuga, es decir, las células más próximas á la médula son las que primero terminan su desarrollo, formando vasos espiralados, y sólo después de ellas es que las más exteriores completan su desenvolvimiento: la diferenciación es, pues, más tardía en el límite de la madera y del líber; y si no se efectúa en esta región y conserva siempre la propiedad de multiplicarse, quedará constituida, en el interior del haz, una zona generatriz.

Entre los haces, en el espesor de los radios medulares, el tejido parenquimatoso, ya adulto, vuelve á pasar al estado de meristemo para formar arcos generadores, que unen entre sí los que han sido producidos en los haces, de tal manera, que la zona generatriz queda continua en todo el contorno de la mé-

dula. Desde este momento, la formación de la madera sobre la cara interna del anillo cambial, y la formación del líber sobre su cara externa, se continuarán durante toda la vida del

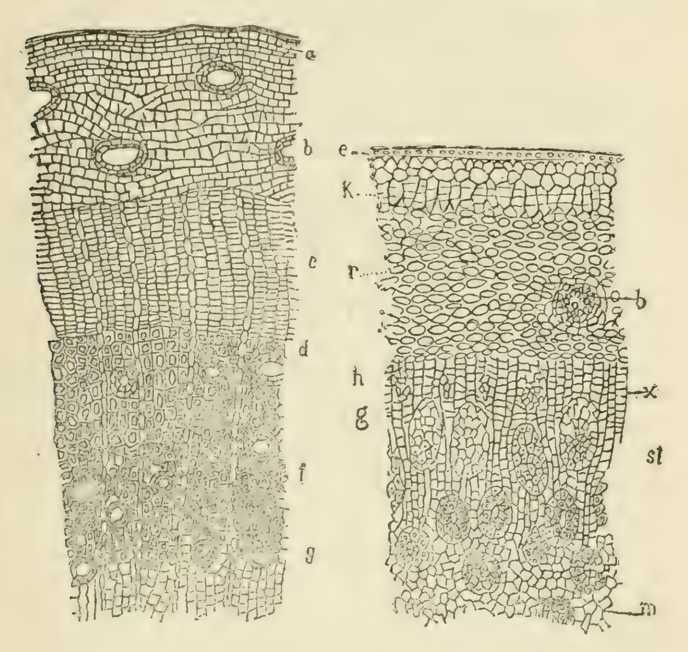


Fig. 111.—*Pinus silvestris.* Corte transversal de un ramo de dos años: *a*, epidermis; *b*, corteza; c. líber: *d*, cambium; *e*, madera del segundo año, de elementos anchos; *f*, madera del primer año, de elementos más cortos, sobre todo afuera; *g*, médula. (Lanessán).

Fig. 112.—Corte transversal de un tallo de *Dracœna*, practicado á veinte centímetros del vértice: *e*, epidermis; *k*, corcho; *r*, parénquima cortical; *b*, haz que pasa á una hoja; *x*, meristemo formado de haces nuevos; *h*, haz en vía de formación; *g*, haz más viejo; *s t*, parénquima interpuesto á los haces; *m*, parénquima central. (Sachs).

vegetal. La madera y el líber secundarios, productos de esa zona generatriz ó *cambium* se distinguen por ciertos caracteres de la madera y del líber primarios. que provienen directa-

mente de los haces del procambium que se podían observar en el meristemo primitivo. La madera primaria sólo contiene vasos espiralados, y éstos faltan en la secundaria; sus elementos, como los del líber primario, son muy alargados en la dirección del eje del tallo; los de las formaciones secundarias, al contrario, son relativamente más anchos que los precedentes y siempre más cortos. Las masas leñosas y liberianas secundarias están tendidas radialmente y atravesadas por los radios medulares secundarios, los que se componen cada uno de dos partes, una comprendida en la región de la madera y la otra en la del líber. Los radios medulares se extienden horizontalmente en el tallo, y generalmente se adelgazan tanto, que permiten á los haces que le son contiguos acercarse hasta ponerse en contacto.

En los árboles de los países templados, la vegetación es intermitente, y los caracteres que presentan difieren sensiblemente de la primavera al otoño. En la primavera, se forman vasos dilatados de paredes espesas; en el otoño, se producen sobre todo fibras, cuya reunión constituye un tejido mucho más apretado que la madera de la primavera. De esto resulta que, sobre una sección transversal, el tallo de un árbol presenta capas concéntricas, que corresponden cada una al producto de un año: se las denomina *capas anuales de crecimiento.*

Crecimiento longitudinal—El crecimiento longitudinal de un tallo ó de una rama presenta dos períodos: al principio es *terminal* y debido á la formación de nuevas células; después es *intercalario* y debe ser atribuido especialmente al alargamiento de células preexistentes. El crecimiento terminal tiene lugar exclusivamente en el vértice vegetativo y en el meristemo primitivo; su existencia no puede ponerse en duda, puesto que nuevos entrenudos se producen encima de los entrenudos ya formados. En cuanto al crecimiento intercalario, se puede constatar midiendo sobre el retoño, que acaba de salir de la yema, la longitud de un merítalo, y

comparando esta dimensión con la de los días sucesivos; y se puede confirmar que este fenómeno es debido á un alargamiento de las células, comparando las dimensiones de ellas en dos cortes longitudinales tomados en entrenudos de la misma naturaleza, pero de diferentes edades.

El crecimiento terminal puede ser *definido* ó *indefinido*, según que el vértice del tallo permanezca en el estado de meristemo primitivo ó pase á un estado durable. En el primer caso, por ejemplo, en el vértice del tallo de un Abeto siempre se encuentra una yema terminal que cada año produce un nuevo vástago. El segundo puede realizarse de dos modos diferentes: los ramos espinosos de algunas plantas son, en su origen, yemas semejantes á todas las otras, pero al fin del primer año el tejido que termina se leñifica y desde entonces su crecimiento terminal cesa; con más frecuencia, el crecimiento del eje se detiene por la transformación de la yema terminal en aparato de reproducción. En efecto, siempre que una flor termina un ramo, éste cesa de crecer: es lo que se ve en todas las inflorescencias definidas.

HOJA

Las hojas nacen siempre en la superficie del tallo, y en la región que se encuentra en el estado de meristemo primitivo: nunca aparecen sobre tejidos diferenciados. En los Musgos y en general en las Criptógamas, que poseen célula terminal, cada uno de los segmentos, separados de esa célula, producen una hoja; en las Fanerógamas y también en muchas Criptógamas, que no tienen célula terminal, la hoja aparece como un mamelón en la superficie del meristemo primitivo y á alguna distancia del vértice. Estos indicios de hojas se diferencian de los pelos jóvenes en que estos últimos nacen únicamente de las células del dermatógeno; miéntras que en la producción de una hoja, contribuyen á la formación del mamelón los tejidos internos, de tal manera que hay continuidad entre los tejidos

de la hoja y los tejidos análogos del tallo. El parénquima cortical del tallo pasa por medio de insensibles transiciones al parénquima foliáceo, y si la planta es vascular, los haces libero-leñosos del cuerpo central del tallo se encorvan y atraviesan con mucha oblicuidad todo el espesor del parénquima cortical para llegar hasta los nervios de la hoja.

Las hojas se producen siempre de la base al vértice del tallo, es decir, una hoja dada siempre es de producción más reciente que todas las que están situadas más abajo, y más antigua que las que están más arriba. Siendo el crecimiento de las hojas más rápido que el del tallo, las hojas de alguna edad acaban por sobrepasar el jóven tallo, de tal manera que su vértice queda como hundido en medio de ellas: este conjunto constituye la *yema*.

Estructura de las hojas en la edad adulta — Una hoja completamente desarrollada puede, en las plantas inferiores, tales como los Musgos, estar reducida á una sola capa de células colocadas en mosáico; pero en las plantas vasculares, la hoja siempre tiene una extructura complicada. Se distinguen en ella: una epidermis, que cubre toda su superficie; y un parénquima, que llena el espacio dejado entre las dos capas epidérmicas y que está atravesado por numerosos haces vasculares, ya paralelos entre sí, ya agrupados en red (Fig. 113).

Epidermis — La epidermis de las hojas está especialmente provista de muchos estómatos, salvo en las hojas sumergidas. La hoja ocupa habitualmente una posición horizontal, lo que permite distinguir una epidermis superior y otra inferior: esta última es la que presenta numerosos estómatos, pudiendo estar la superior completamente desprovista de ellos. Las hojas que flotan en la superficie de las aguas, no tienen estómatos sino en la cara superior, lo que se explica, puesto que, en este caso, la cara inferior no tiene contacto con el aire.

Parénquima — El parénquima foliáceo presenta ordinariamen-

te dos capas de estructura completamente diferentes. La que está en contacto con la epidermis superior está formada de células cilíndricas dirigidas perpendicularmente á la superficie de la hoja, y no dejan entre sí sino pequeños meatos: se la denomina *capa empalizada*. La capa inferior, al contrario, se

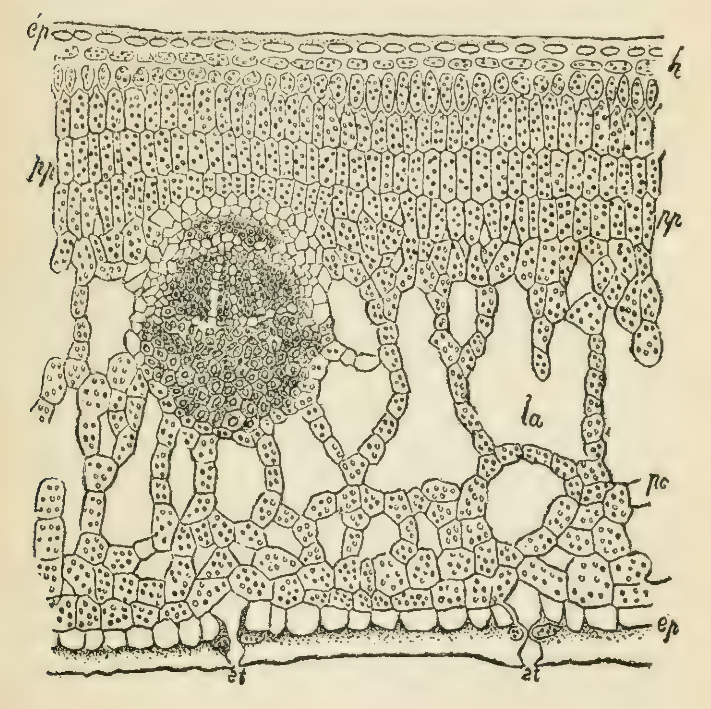


Fig. 113. — Sección transversal de la hoja del *Ilex aquifolium*: parénquima heterogéneo, empalizado, en mosáico *p p*, lagunoso abajo *p c*; estómatos sólo en la cara inferior *s t*; *h*, hipodermis; *l v*, haz libero-leñoso. (Areschoug).

compone de células irregulares separadas por meatos bastante grandes: es el *parénquima lagunoso*. Las células de estas dos capas contienen numerosos granos de clorofila, los que estando menos apretados en la cara inferior, dan generalmente á esta cara un color verde no tan cargado como el de la superior.

El parénquima de la hoja puede, además, contener células esclerosas que, aisladas ó agrupadas en haces, pueden contribuir á sostener las hojas; en fin, pueden encontrarse también vasos laticíferos y canales secretores.

Haces — Los haces, que constituyen la parte esencial de los nervios, son siempre completos, provistos de madera y de líber; se parecen á los del tallo por su estructura y naturaleza de sus elementos, pero se diferencian de ellos por su recíproca disposición. Hemos visto que en el tallo joven, los haces primarios, todavía aislados, están distribuídos en un círculo y orientados de modo que vuelven su parte leñosa hacia el centro de ese círculo; en el peciolo de la hoja, los haces están colocados no en círculo, pero si en un arco de círculo de concavidad vuelta hacia la cara superior, y orientados de manera que su parte leñosa está arriba y la no leñosa abajo; en el limbo, estas últimas disposiciones se conservan, con la diferencia, sin embargo, que el arco es más abierto y los haces están situados en un plano único. Se ve, pues, que, con relación al sistema vascular, como también al parénquima y epidermis, la cara superior está constituída de manera diferente á la cara inferior; que la hoja no tiene sino un plano perpendicular, que pasando por el nervio mediano puede dividirla en dos partes simétricas, mientras que el tallo tiene varios planos de simetría.

Los haces de las hojas carecen generalmente, aun los de las Dicotiledóneas, de capa de cambium que, á causa de la poca duración de estos órganos, no tendría utilidad; sin embargo, en algunos suelen encontrarse indicios.

Forma de las hojas — No volvemos á ocuparnos de las formas exteriores de las hojas, lo que ya hemos hecho en Organografía, sino para indicar el modo más general de su producción, en las hojas pennadas, por ejemplo: la hoja aparece sobre el cono vegetativo con una protuberancia redondeada, después toma la forma de un cornete, y, sobre los bordes libres nacen, de la base al vértice, unas protuberancias laterales que representan los futuros foliolos.

RAIZ

Las raíces existen solamente en las plantas que poseen haces vasculares; es decir, en estas plantas existen definidas, no por sus funciones bastante variables, pero sí por la disposición de sus tejidos, por la manera de desarrollarse y ramificarse.

Estructura de la raíz — La raíz, considerada en un punto próximo al vértice, pero bastante alejado de éste para que la diferenciación del meristemo primitivo sea completa, se compone de epidermis, parénquima cortical y cilindro central.

La *epidermis* carece siempre de estómatos, de manera que sus células están exactamente contíguas como las de una capa suberosa. Las células epidérmicas se prolongan, con mucha frecuencia, por sus caras externas, en pelos simples y cilíndricos, cuya presencia aumenta mucho la superficie absorbente de la raíz.

El *parénquima cortical,* limitado en la parte externa por la epidermis, se compone de células saviosas más ó menos regularmente dispuestas en series radiales: esta disposición es más sensible en las partes más profundas de la corteza. La capa más interna del parénquima cortical afecta caracteres particulares, que le han valido el nombre de *endodermis* ó capa *protectriz del cilindro central.*

Las células de la endodermis están exactamente aplicadas unas contra otras, como las de la epidermis; tienen la forma de tablillas rectangulares, y su diámetro menor está en la dirección del radio. En las partes jóvenes de la raíz, las células de la endodermis lleva sobre sus caras laterales unos pliegues que se distinguen del resto de la membrana por un principio de leñificación; de manera que, sobre un corte transversal de la raíz, las paredes radiales de las células endodérmicas parecen marcadas por un punto negro. En muchas Monocotiledóneas, la endodermis vieja se conoce todavía con facilidad, aunque los puntos negros hayan desaparecido, porque todas las paredes de

la célula, salvo la externa, se han espesado mucho y leñificado, lo que hace que aquella presente, en un corte transversal, un espesor en forma de V.

El cilindro central contiene haces y tejido conjuntivo; éste, que puede ser parénquimatoso y blando ó formado de células esclerenquimatosas, ocupa todo el intervalo dejado entre los haces; su desarrollo varía relativamente al del sistema de haces y al diámetro de la raíz. Los haces son de dos especies; unos, exclusivamente leñosos, están formados de vasos espiralados, anillados ó puntuados, dispuestos, en un corte transversal, en

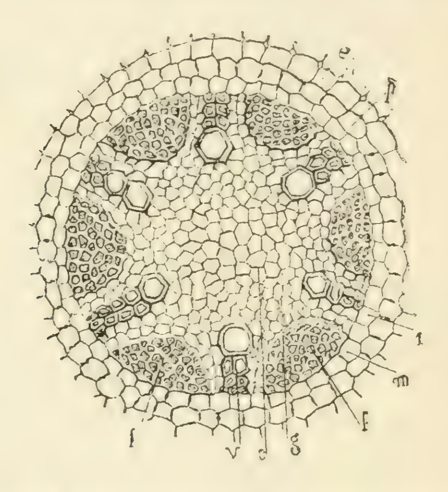


Fig. 114. — Raíz de *Arthante elongata* (Dicotiledónea): *e*, corteza propiamente dicha; *p*, endodermis; *m*, hilera periférica del cilindro; *l*, haces liberianos; *v*, haces leñosos; *c*, parénquima conjuntivo (médula y radios medulares). —(Van Tieghem).

hileras radiantes de la circunferencia al centro, estando los más pequeños en la periferia y los más grandes hacia el centro. Examinando cortes cada vez más próximos del vértice, se puede observar que los vasos más estrechos, periféricos, son los primeros que se forman, lo que se expresa diciendo que el desarrollo de las hileras vasculares es *centrípeto*. Siempre hay en

cada raíz, al menos, dos hileras vasculares, generalmente tienen tres ó cuatro, y algunas veces hasta quince ó veinte. Estas hileras vasculares están dispuestas con regularidad al rededor del centro, y forman entre sí ángulos iguales. En fin, si en vez de examinar un corte, se examina la raíz entera, se observará que los haces vasculares forman láminas planas dirigidas verticalmente.

Los otros haces son los liberianos: estos están dispuestos

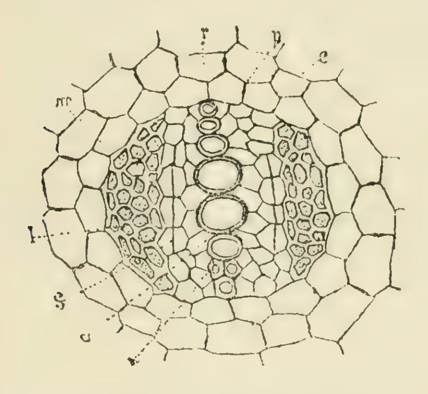


Fig. 115. — Sección transversal del cilindro central de la raíz del *Beta vulgaris*. (Van Tieghem).

en los intervalos dejados, en la periferia del cilindro central, por las láminas verticales; su borde exterior ocupa en la circunferencia un arco de una cierta extensión, pero su desarrollo en la dirección del radio es menor que el de las hileras vasculares. Su forma es diferente á la de éstos. Están compuestos por células cambiformes, y generalmente carecen de tubos cribosos y fibras espesas.

En las raíces muy delgadas, las láminas vasculares se reunen generalmente en el centro de la raíz; en las raíces gruesas y carnosas, al contrario, las láminas vasculares, relativamente poco desarrolladas, dejan subsistir entre sí una masa de tejido conjuntivo, que puede llamarse la médula de la raíz.

Ni los haces leñosos, ni los liberianos llegan, generalmente, por su parte externa, á ponerse en contacto con la endodermis: una ó varias capas de células los separan, constituyendo en torno del cilindro central una capa periférica denominada *pericambium ó capa rizógena*, que es de una importancia capital. En efecto, las células de esta capa conservan, en todas las Fanerógamas, al menos en la parte que mira á las láminas vasculares, la propiedad de dividirse, y por su división, forman raicillas ó ramificaciones de la raíz considerada. Esta membrana rizógena no existe en las Criptógamas vasculares, y de ahí es que la formación de las raicillas sea debida á la división de las células endodérmicas.

Desarrollo de las raicillas — Las raicillas nacen siempre, de la célula madre, de la profundidad de los tejidos, y deben por consiguiente, para aparecer al exterior, horadar todo el espesor del parénquima cortical. Este modo de ramificación, llamado *endógeno*, es, lo mismo que la estructura de la raíz, un carácter que diferencia este miembro de todos los demás.

Las raicillas, cuyas inserciones están más próximas al vértice de la raíz, son las más jóvenes; forman, por otra parte, sobre los flancos de la raíz, hileras verticales que corresponden exteriormente á las láminas vasculares del cilindro central.

Cofia — Si se examina sobre un corte longitudinal, que comprenda el eje, la extremidad de una raíz, se observará que las células más jóvenes, las que están en vía de continua multiplicación, no ocupan la punta extrema del órgano; el punto vegetativo está situado en la profundidad de los tejidos y recubierto por un cierto número de capas puramente celulosas, de las que las más exteriores están disociadas y pueden desprenderse fácilmente: se denomina *cofia* este revestimiento de células, que se gasta constantemente por su parte externa, mientras que se regenera por sus capas profundas.

La existencia de la cofia puede constatarse á simple vista, sobre todo en las raíces que germinan en el agua, como las de la cebolla del Tulipán cultivadas en este medio : se nota en la extremidad de estas raíces una masa redondeada

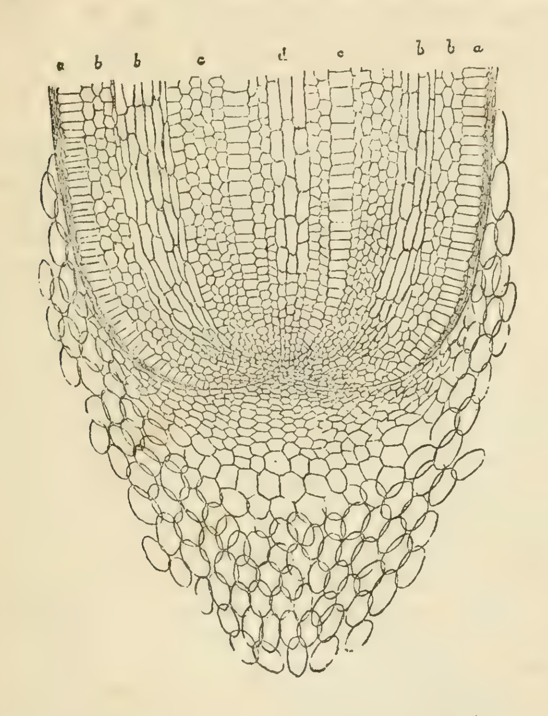


Fig. 116. — Extremidad de una raíz joven de Maíz — corte longitudinal: — *a*, epidermis ; de *b* á *b*, zona cortical producida por el periblemo; *c*, capa destinada á producir los haces ; *d*, médula. — (Sachs).

de tejidos mal limitados, que no es otra cosa sino la cofia. Los antiguos anatómicos que habían observado esta formación, sin estudiarla con el microscopio, creyeron haber encontrado un tejido absorbente y por lo mismo le dieron el nombre de *espongiola*. La descripción que de ella hemos dado anteriormente demuestra la inexactitud de esta inter-

pretación: en efecto, la función absorbente se efectúa por la parte de la raíz que lleva los pelos epidérmicos. Esta región dista un centímetro más ó menos del vértice de la raíz.

La cofia existe siempre sobre las raíces que están en vía de alargamiento; pero puede dasaparecer sobre las modificadas, transformadas, en las cuales aquél se detiene, como, por ejemplo, en las que se vuelven tuberosas.

Raíces adventicias — Las raíces adventicias, como ya hemos dicho en la Organografía, nacen en los tallos, las ramas y hasta en las hojas; Van Tieghem ha obtenido raíces adventicias colocando, sobre musgo húmedo, fragmentos de cotiledones de Calabaza. Basta colocar una hoja aislada de *Begonia rex* sobre tierra, para observar el desarrollo de las raíces adventicias: éste es un procedimiento usual para multiplicar esta planta de adorno.

Las raíces adventicias tienen la misma estructura que las ordinarias. Su modo de desarrollo es endógeno, como el de las raicillas: nacen debajo de la corteza y la perforan, por consiguiente, para salir al exterior; quedando, algunas veces, envainadas sus bases por una prolongación de aquella, prolongación que se denomina coleorriza.

Desarrollo secundario de la raíz — Cuando el meristemo primitivo ha producido por diferenciación el parénquima cortical y el cilindro central, tales como lo hemos descrito, la raíz está definitivamente constituida, si se trata de una planta Criptógama ó Monocotiledónea, pero no de una Dicotiledónea ó de una Conífera: en este último caso, las formaciones, llamadas secundarias, vienen á intercalarse entre las primarias, ya descritas, y á contribuir al aumento del diámetro de aquella.

Las formaciones secundarias se producen únicamente en el cilindro central, no tomando parte alguna el parénquima cortical. El tejido conjuntivo, que se extiende entre las caras laterales de las láminas vasculares y de los cordones libe-

rianos, vienen á ser el asiento de una multiplicación rápida de células: se transforma en una zona generatriz, en una capa de cambium. Lo mismo sucede cerca de las puntas de las hileras vasculares y sobre todo en el borde interno de los islotes liberianos. La raíz presenta entonces una zona generatriz sinuosa, en forma de estrella si se quiere, cuyas puntas corresponden á las hileras vasculares y los ángulos entrantes á los islotes liberianos. Esta zona generatriz produce nuevos tejidos por sus dos caras: delante de las puntas vasculares forma sólo parénquima; pero adentro de los islotes liberianos, produce madera en la cara interna y líber en la externa. La madera secundaria, así producida, contiene grandes vasos puntuados, fibras y células leñosas; el líber secundario puede contener todos los elementos característicos de los haces liberianos.

Después que esta función se ha verificado por un lapso de tiempo, la raíz toma un aspecto completamente diferente del que presentaba al principio. El parénquima cortical, no pudiendo generalmente seguir este crecimiento del cilindro central, muere, y las capas de peridermis que se han formado debajo de él, determinan su exfoliación: en algunas raíces viejas, desaparece hasta el líber primario. El líber secundario forma sólo con el peridermo la cubierta de la raíz; debajo se encuentra la capa generatriz, que toma generalmente una forma circular regular; dentro de ésta, una masa leñosa, interrumpida por un pequeño número de radios parenquimatosos, que se extienden casi hasta el centro del miembro.

Suponiendo, en efecto, que la raíz en su estado joven haya presentado en su centro, un tejido conjuntivo que constituyera la médula, ésta será casi imperceptible al lado de las grandes masas de madera secundaria que la rodean; sucediendo la misma cosa con las hileras vasculares primitivas, que deben existir en el extremo central de cada uno de los radios parenquimatosos, las que son extremadamente pequeñas relativamente á las formaciones secundarias. Con este

dato podemos comprender el error de los anatómicos que no estudiaban sino los órganos adultos, que creyeron, durante mucho tiempo, que la raíz de las Dicotiledóneas y Coníferas se asemejaba completamente al tallo, diferenciándolos sólo la falta de médula en aquellas; y que una diferencia notable separaba las raíces de las Dicotiledóneas de las Monocotiledóneas. Esta opinión resultó de la comparación del estado secundario de las Dicotiledóneas con el estado primario, que es permanente en las Monocotiledóneas.

FIN DEL TOMO PRIMERO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

PÁGINA

PÁGINA

PAGINA

PREFLORACIÓN

FLORES-TIPOS

ANATOMIA VEGETAL

ELEMENTOS HISTOLOGICOS

CÉLULA

PROTOPLASMA



